



FORESTERÍA ANÁLOGA: ALTERNATIVA A TENER EN CUENTA PARA APOYAR LA TAREA VIDA

ANALOG FORESTRY: AN ALTERNATIVE TO TAKE INTO ACCOUNT TO SUPPORT THE TAREA VIDA

ABILIO O'FARRILL COLEBROOK*

Instituto de Investigaciones Agro-Forestales, La Habana, Cuba.

*Autor para correspondencia: abilio@forestales.co.cu

RESUMEN

La aplicación de la Forestería Análoga es fundamental como alternativa sostenible para la recuperación de suelos salinizados, ya que promueve la restauración ecológica mediante la imitación de bosques naturales, mejora la biodiversidad, la estructura del suelo y su capacidad productiva a largo plazo. La salinización de suelos en el valle de Guantánamo es alta, más del 15% del área agrícola nacional está afectada por este fenómeno, agravado por el cambio climático y la intrusión salina. El objetivo fue evaluar la efectividad de la Forestería Análoga como alternativa para la recuperación de suelos salinizados y su adaptación al Plan de Estado para el Enfrentamiento al Cambio Climático (Tarea Vida). Se implementó en 14 fincas forestales integrales, donde se establecieron parcelas demostrativas con 10 especies seleccionadas por su tolerancia a la salinidad y funciones ecológicas. Los resultados mostraron una reducción significativa de la salinidad en las parcelas tratadas, evidenciada por la disminución de especies indicadoras como *Portulaca sp* y el aumento de la supervivencia de especies forestales y frutales. Además, se observó una mejora en la fertilidad del suelo y un incremento en la biodiversidad, incluyendo el retorno de fauna silvestre. La Forestería Análoga demostró ser una herramienta efectiva no solo para la restauración ecológica, sino también para fortalecer la economía local y promover la participación comunitaria. Se concluyó que esta técnica es viable para su aplicación en otras áreas con condiciones similares, lo que contribuye a la adaptación al cambio climático y la seguridad alimentaria.

Palabras clave: salinización, biodiversidad, restauración ecológica, seguridad alimentaria, participación comunitaria

INTRODUCCIÓN

La Forestería Análoga se define como un sistema de silvicultura que busca crear ecosistemas dominados por árboles análogos a un ecosistema original maduro en cuanto a estructura arquitectónica y funciones ecológicas. Este sistema

ABSTRACT

The application of Analog Forestry is essential as a sustainable alternative for the recovery of salinized soils, since it promotes ecological restoration by imitating natural forests, improving biodiversity, soil structure and its long-term productive capacity. Soil salinization in the Guantánamo Valley is high, more than 15% of the national agricultural area is affected by this phenomenon, aggravated by climate change and saline intrusion. The objective was to evaluate the effectiveness of Analog Forestry as an alternative for the recovery of salinized soils and its adaptation to the State Plan for Confronting Climate Change (Tarea Vida). It was implemented in 14 integrated forest farms, where demonstration plots were established with 10 species selected for their tolerance to salinity and ecological functions. The results showed a significant reduction in salinity in the treated plots, evidenced by the decrease of indicator species such as *Portulaca sp* and the increase in the survival of forest and fruit species. In addition, an improvement in soil fertility and an increase in biodiversity, including the return of wildlife, were observed. Analog Forestry proved to be an effective tool not only for ecological restoration, but also for strengthening the local economy and promoting community participation. It was concluded that this technique is viable for application in other areas with similar conditions, contributing to climate change adaptation and food security.

Keywords: salinization, biodiversity, ecological restoration, food security, community participation

constituye una forma particular de reforestación (Senanayake, 2005). Hasta su introducción en Cuba, esta técnica se aplicó principalmente para la recuperación del bosque tropical, sin considerar condiciones extremas como sequía y suelos salinizados. Sin embargo, su implementación en 14 fincas

Recibido: 05/2/2022

Aceptado: 09/4/2022



Este artículo se encuentra bajo los términos de la licencia Creative Commons Attribution-NonCommercial (CC BY-NC 4.0). <https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/>



del valle de Guantánamo entre 2008 y 2016 marcó un hito al adaptarse a estas condiciones adversas (O'Farrill et al., 2018).

Actualmente, Cuba ejecuta la Tarea Vida, un Plan de Estado para el Enfrentamiento al Cambio Climático. Este plan identifica como principal impacto el aumento del nivel del mar, lo que provoca una mayor intrusión salina en los acuíferos subterráneos y la salinización progresiva de los suelos. Más del 80 % de los acuíferos abiertos del país están afectados por este fenómeno, lo que representa un desafío significativo para la agricultura y el medio ambiente.

En Cuba, existen más de 1 000 000 de hectáreas de tierras salinas y salinizadas, lo que equivale aproximadamente al 15 % del área agrícola nacional (Riverol et al., 2001; Olivera, 2012; Renda, 2017). En el valle de Guantánamo, 17 878.90 hectáreas presentan niveles de salinidad que van desde débilmente salino hasta muy fuertemente salino (Milá et al., 2015). Esta situación requiere soluciones integrales que no solo aborden la recuperación de los suelos afectados, sino que también incluyan la reforestación con especies adecuadas en las partes altas de las cuencas hidrográficas.

La solución al problema de la salinización no se limita a las áreas directamente afectadas. Es necesario implementar medidas de reforestación en las zonas altas de las cuencas para controlar el flujo de agua hacia las áreas costeras. Además, se debe evitar la intrusión salina desde el mar y reducir el impacto de las salpicaduras causadas por los vientos marinos. Estas acciones contribuyen a la restauración del bosque subcostero y a la protección de los suelos.

De acuerdo con la Tarea Vida (2017), este plan consta de cinco acciones estratégicas y 11 tareas, con 15 zonas priorizadas para su ejecución. La acción estratégica número 3 propone adaptar las actividades agropecuarias, especialmente aquellas relacionadas con la seguridad alimentaria, a los cambios en el uso de la tierra causados por el aumento del nivel del mar y la sequía. Por su parte, la acción estratégica número 4 busca reducir las áreas de cultivo cercanas a las costas o afectadas por la intrusión salina, promoviendo la diversificación de cultivos, la mejora de los suelos y el desarrollo de variedades resistentes a las nuevas condiciones climáticas.

Entre las tareas, la número 5 enfatiza la reforestación para proteger los suelos y las aguas, así como para recuperar los manglares más afectados. Se priorizan los embalses, canales y franjas hidrorreguladoras de las cuencas tributarias de las principales bahías y costas de la plataforma insular. La tarea número 8 orienta la implementación y control de medidas de adaptación y mitigación al cambio climático en sectores clave como la seguridad alimentaria, la energía renovable, el ordenamiento territorial, la pesca, la agropecuaria, la salud, el turismo, la construcción, el transporte, la industria y el manejo integral de los bosques. Estas propuestas, formuladas por el CITMA, se alinean plenamente con la metodología de aplicación de la Forestería Análoga.

El objetivo del presente trabajo es ofrecer a los decisores una alternativa técnica poco conocida para abordar la ejecución del Plan del Estado para el Enfrentamiento al Cambio Climático en el ámbito agroforestal. Esta propuesta se basa en la experiencia adquirida con la aplicación de la Forestería Análoga en Guantánamo, la cual ha demostrado ser una herramienta efectiva para la recuperación de suelos salinizados y la adaptación al cambio climático.

MATERIALES Y MÉTODOS

El estudio se llevó a cabo en un área de 351 hectáreas, ubicada entre las coordenadas planas rectangulares 159000 m N-166000 m N y 675000 m E-6777000 m E. La altitud media de la zona es de 24,0 m sobre el nivel del mar, con una distancia a la costa que varía entre 8 km y 14 km (Figura 1). Esta área se localiza dentro del Consejo Popular Paraguay, en el municipio de Guantánamo, y abarca 14 Fincas Forestales Integrales pertenecientes a la Unidad Empresarial Silvícola de Base Guantánamo.

El clima de la región es de tipo semidesértico, considerado el más seco de Cuba. Tanto el área de estudio como la parte sur del Valle presentan este tipo de clima, ya que se encuentran dentro del corredor xerofítico de Guantánamo. Este corredor se caracteriza por condiciones climáticas extremas, con escasas precipitaciones y altos niveles de evaporación.

La precipitación anual en la zona es muy baja, oscilando entre 400 y 600 mm. Los meses más lluviosos son mayo, septiembre y octubre, mientras que el período menos lluvioso corresponde a diciembre, enero y febrero. Además, los valores de evaporación son elevados y constantes, alcanzando los 2300 mm anuales. La temperatura media anual supera los 26,1 °C, con máximas que pueden llegar hasta los 36 °C.

La primera fase de la investigación incluyó el diagnóstico y el inventario de la vegetación existente en las Fincas Forestales Integrales. Posteriormente, en el año 2008, se establecieron tres parcelas demostrativas de una hectárea cada una, representativas de las zonas divididas según los niveles de salinidad del suelo. Estas parcelas se utilizaron para evaluar el comportamiento de las especies seleccionadas antes de su plantación definitiva. Además, se solicitó al Centro Provincial de Suelos de Guantánamo (CPSG) un estudio detallado de los suelos de estas parcelas, para confirmar los criterios obtenidos mediante observación. Para ello, se realizaron calicatas con barrenas y se tomaron muestras de suelo a profundidades de 20 cm, 40 cm, 60 cm, 80 cm y 100 cm, lo que sirvió como línea base para los estudios posteriores.

En las tres parcelas se plantaron 10 especies seleccionadas por sus diferentes funciones ecológicas, con el objetivo de probar su adaptabilidad a las condiciones edáficas de cada sitio. Estas especies se extrajeron de una lista de 69 especies arbóreas, que incluían maderables, frutales y forestales medicinales, con 16 registros de características como época

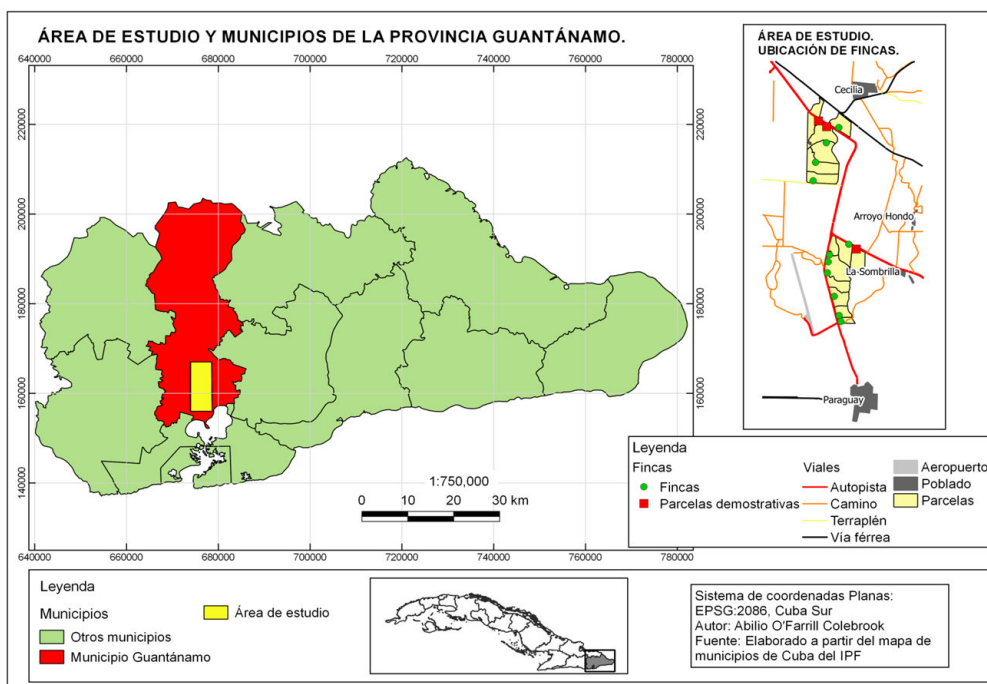


Figura 1. Mapa de ubicación.

de floración, fructificación, ancho de copa, tipo y efecto de las raíces, tolerancia a la sal, tipo de plantas (caducifolias y perennifolias), grupos funcionales (pioneras, colonizadoras, estabilizadoras, rezagadas) y demanda de luz (heliófilas, esciófilas). Estos datos se actualizan constantemente y se reflejan en la [Tabla 1](#).

La plantación se realizó entre mayo y junio de 2008, en hoyos previamente preparados. En cada hoyo se depositaron 2 kg de materia orgánica mezclada con tierra, con el fin de mejorar las condiciones del suelo para el establecimiento de las especies. Este proceso permitió evaluar la viabilidad de las especies en condiciones reales de salinidad y aridez.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El resultado de la zonificación en las fincas, basado en los niveles de salinidad de sus áreas, se presenta de la siguiente manera:

Zona (1) de mayor salinidad (>2007,15 ppm): Esta zona abarca 45,8 ha, lo que representa el 13,03 % del área total. Aquí, el suelo presenta las peores condiciones para el desarrollo de la vegetación, donde predominan herbáceas, cactáceas y plantas espinosas de bajo porte. Se caracteriza por la presencia abundante de especies indicadoras de altos niveles de sal, como *Portulaca sp* y algunos parches

Tabla 1. Especies seleccionadas y algunas de sus características

Nombre vulgar	Nombre científico	Crecimiento	Tolerancia a la sal	Requerimiento de agua
Carbonero de costa	<i>Savia sessiliflora</i> (Sw.) Willd	Medio	Alta tolerancia	Mediana
Gávilán	<i>Simaruba laevis</i> Griseb	Medio	Limitada	Mediana
Bijaguara	<i>Colubrina arborescens</i> mil.) Sarg	Rápido	Medio	Poca
Prosopis	<i>Prosopis juliflora</i> (Sw.)	Rápido	Alta	Poca
Moringa	<i>Moringa oleifera</i> Lam	Rápido	Limitada	Mediana
Caoba antillana	<i>Swietenia mahagoni</i> L. Jacq	Lento	Limitada	Mediana
Árbol del Nim	<i>Azadirachta indica</i> A. Juss	Rápido	Alta	Poca
Majagua de la Florida	<i>Thespesia populnea</i> (L) Soland	Medio	Alta	Mediana
Guayacán	<i>Guaiacum officinale</i> L.	Lento	Alta	Poca
Yana	<i>Conocarpus erectus</i> L	Medio	Alta	Poca

de *Casuarina equisetifolia* (Lam.) Wit., que toleran estas condiciones. Esta zona está representada por la parcela número uno en la finca 1.

Zona (2) de salinidad media (1260,18-1488,45 ppm): Ocupa 165,10 ha, equivalente al 47,3 % del área total. En esta zona se han realizado plantaciones de *Casuarina equisetifolia* (Lam.) Wit., *Leucaena leucocephala* (Lam.) y *Caesalpinia violaceae* (Mill.) Standl., aunque con bajos niveles de supervivencia. Predominan también herbáceas y plantas espinosas. Esta zona está representada por la parcela 2 en la finca 2.

Zona (3) de baja salinidad (1118,59-609,32 ppm): Con 87,9 ha, esta zona ocupa el 25,04 % del área total. Está mayormente ocupada por plantaciones jóvenes que presentan más del 75 % de supervivencia. Representada por la parcela No. 3 (finca 14), aquí se registraron individuos arbóreos como *Albizia lebek* (L.) Benth, *Hebestigma cubensis*, *Samanea saman* (Jacq.) Merr., *Leucaena leucocephala* (Lam.), *Lysiloma latisiliquum* (L.) Benth. SSP y *Dichrostachys cinerea* (L.) Wight & Arn. Var. *Africana* Brenan & Brummitt. También se observa la presencia de lianas, herbáceas abundantes y algunas plantas espinosas.

Zona (4) no salinizada (<600,00 ppm): Esta zona, que ocupa 52,2 ha (14,9 % del área total), se considera la línea base o meta a alcanzar en términos de arquitectura y funciones ecológicas a largo plazo. Según Mongil et al. (2015), este sería un ecosistema objetivo, definido como un ecosistema autóctono e histórico que se ha degradado, dañado o destruido, pero que aún contiene recursos bióticos y abióticos suficientes para continuar su desarrollo sin ayuda adicional. En esta zona no se estableció una parcela demostrativa, pero se observa una presencia visible de materia orgánica, plantaciones establecidas y bosques secundarios con abundante regeneración natural. Además, existe sombra en su interior, junto con herbáceas, espinosas y numerosas lianas.

Las condiciones de los suelos, junto con factores climáticos como las escasas precipitaciones y la elevada evapotranspiración, clasifican la zona de estudio como semiárida. Estos resultados coinciden con los de Urquiza (2011), quien señala que la aplicación de índices de aridez revela la existencia de núcleos semiáridos en la porción sur de Guantánamo. Esta condición genera consecuencias perjudiciales para numerosas actividades socioeconómicas.

En términos generales, el suelo de las 14 fincas de la UEBF Guantánamo presenta las siguientes características físicas y químicas:

Características físicas: La elevación capilar (EC) se evalúa como baja (94 mm/5 h - 30 mm/5 h). El límite superior de plasticidad (LSP) presenta un comportamiento

plástico, con valores que oscilan entre 84,1 % y 90,95 %. La higroscopicidad seca al aire (hy) se clasifica de baja a media.

Características químicas: El pH en H₂O varía de medianamente alcalino a alcalino (8,4 - 8,8), mientras que en KCl es ligeramente alcalino (7,5 - 8,5). El contenido de carbonato es elevado (21 - 40 %), y la capacidad de intercambio catiónico (Valor T) se evalúa como alta (15 meq/100 - 25 meq/100). La relación Ca/Mg se encuentra entre baja y adecuada (1,77 Cmol.kg⁻¹ - 4,0 Cmol.kg⁻¹).

La capacidad de intercambio catiónico encontrada en estos suelos sugiere la posibilidad de recuperar la fertilidad que tuvieron en el pasado. Esto coincide con lo planteado por Piedrahita (2011), quien indica que los suelos con alta capacidad de intercambio catiónico pueden retener una mayor cantidad de nutrientes.

El análisis realizado mostró que el suelo de las parcelas 1 y 2 es de tipo Oscuro Plástico Gleyzoso, sobre material transportado y carbonatado. Es medianamente profundo (20 cm - 50 cm), medianamente humificado (2,1 % - 4,0 %), con un contenido de materia orgánica del 2,2 %. Presenta poca erosión, es medianamente salino, de textura arcillosa, con 30 cm de profundidad efectiva y topografía casi llana (1,1 % - 2,0 %). El drenaje superficial es moderado, mientras que el interno varía de moderado a deficiente.

La parcela 3 posee un suelo tipo Oscuro Plástico Gleyzoso, sobre material transportado y carbonatado. Es medianamente profundo, medianamente humificado, con poca erosión y medianamente salino. Su textura es Loam arcilloso, con 26 cm de profundidad efectiva y topografía casi llana.

Además de la salinidad, el área de estudio presenta otros factores limitantes desde el punto de vista agroproductivo, como la compactación y el mal drenaje, que restringen la profundidad efectiva. Estas condiciones no son exclusivas de Guantánamo, sino que se replican en muchos municipios donde se ha implementado el Plan del Estado para el Enfrentamiento al Cambio Climático (Tarea Vida). Por ello, es crucial considerar la experiencia obtenida en áreas donde el fenómeno es más grave.

El establecimiento de especies adecuadas, capaces de suministrar abundante hojarasca, junto con el uso de compost y abonos orgánicos durante las plantaciones, incrementa la fertilidad del suelo. Esta práctica sigue la metodología de la Forestería Análoga.

En las parcelas 1 y 2 se registran altos niveles de salinidad, siendo más significativos en la parcela 1, donde la salinidad se manifiesta desde la superficie. El manto freático está salinizado, el drenaje interno es deficiente y el contenido de materia orgánica es bajo. En la parcela No. 3, se observa una fuerte compactación a partir de los 40 cm de profundidad.

Los resultados de laboratorio para las tres parcelas demostrativas confirman las deficiencias observadas durante la valoración ecológica realizada en las fincas.

La comparación de los estudios de suelo realizados en 2008 (Sánchez et al., 2008) y 2013 demostró que, gracias a la cobertura establecida, se logró reducir los niveles de sal y casi eliminar la presencia de *Portulaca sp* (Verdolaga de playa), una especie indicadora de salinidad en el suelo (Figuras 2, 3 y 4).

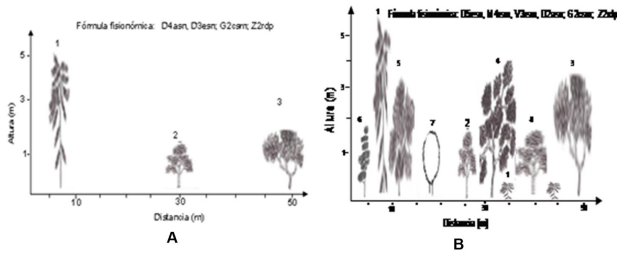


Figura 2. Diagramas de perfil lateral de la vegetación arbórea y fórmula fisionómica de la vegetación en la parcela No. 1, en 2008 (A) y 2013 (B).

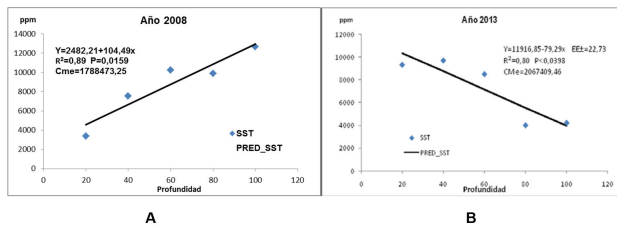


Figura 3. Comportamiento de la salinidad parcela 1, en 2008 (A) y 2013 (B). El superíndice indica las especies representadas. *Leucaena leucocephala* (1.), *Conocarpus erecta* (2), *Samanea saman* (3), *Azadirachta indica* (4), *Prosopis juliflora* (5), *Casuarina equisetifolia* (6), *Savia sessiliflora* (7), *Colubrina arborescens* (8).

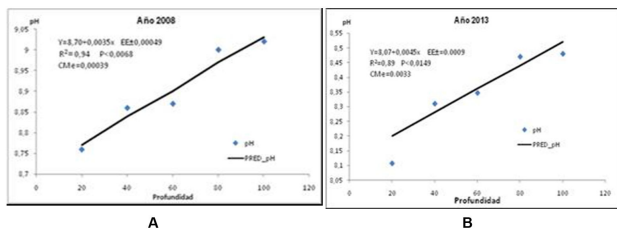


Figura 4. Comportamiento del pH parcela 1, en 2008 (A) y 2013 (B).

En el diseño de restauración elaborado para cada finca, a partir de los resultados obtenidos en las parcelas demostrativas y según la metodología de la técnica de Forestería Análoga, se logró incorporar un elemento no considerado en los proyectos forestales aplicados hasta entonces: la recuperación paulatina de la fertilidad de los suelos. Este proceso solo puede alcanzarse a largo plazo, lo que convierte a estos resultados en un indicio de lo que se podría lograr si se generaliza la aplicación de la técnica de Forestería Análoga

para la rehabilitación de los suelos. De esta manera, se evidencia el potencial de esta metodología para transformar áreas degradadas en ecosistemas productivos y sostenibles.

Los éxitos alcanzados se refieren, fundamentalmente, a la supervivencia de especies forestales y frutales en áreas donde anteriormente se habían realizado esfuerzos infructuosos. Además, se logró la introducción de plantas útiles, como especies alimenticias, medicinales, ornamentales, flores, lianas y epífitas, que contribuyen a la diversidad biológica. Otro logro significativo fue el retorno de algunas especies de la fauna silvestre, lo que indica una mejora en las condiciones del hábitat. Asimismo, se destaca la participación comunitaria como un factor clave para el éxito de estas iniciativas.

La gestión económica permitió un incremento en la calidad de las posturas y en la supervivencia de las plantaciones. Además, se identificaron las potencialidades económicas de las fincas de la zona para la producción de bienes y servicios, lo que contribuye a su autoabastecimiento de productos alimenticios. Estos avances demuestran que la Forestería Análoga no solo tiene beneficios ambientales, sino también económicos y sociales, al fortalecer las capacidades locales y promover la sostenibilidad.

Los resultados obtenidos permiten sugerir la idea de extender la aplicación de la Forestería Análoga en otras áreas con condiciones similares, en el marco de la Tarea Vida. Algunos municipios costeros de las provincias de Villa Clara y Las Tunas, así como los municipios del sureste de la provincia de Guantánamo, son candidatos ideales para esta expansión. En estas zonas, se observa una transición brusca de la montaña húmeda y fértil al llano semidesértico, lo que genera desafíos para el abastecimiento de agua. La despoblación forestal limita el caudal de los ríos que nacen en la montaña, afectando tanto a los cultivos como a la población, incluso en áreas no priorizadas.

En gran medida, la aplicación de la Forestería Análoga en estas localidades constituiría la técnica idónea para garantizar la seguridad alimentaria de la población y crear condiciones de adaptación al cambio climático. Esto se lograría mediante la recuperación del manglar y el bosque subcostero, con las especies correspondientes a cada ecosistema original. Además, se propone la reforestación de las dunas costeras con especies adaptadas a dicho ecosistema. Por último, se plantea la realización de trabajos de restauración en las fajas hidrorreguladoras de ríos y arroyos, desde su nacimiento hasta su desembocadura, para mejorar la regulación hídrica y garantizar el suministro de agua.

CONCLUSIONES

1. El estudio identificó cuatro zonas de salinidad en las fincas, donde la zona de mayor salinidad (>2007,15 ppm) abarca el 13,03 % del área y presenta condiciones adversas para la vegetación, mientras que la zona no salinizada (<600 ppm)

representa el 14,9 % y es clave para la restauración ecológica a largo plazo.

2. La aplicación de la Forestería Análoga permitió reducir la salinidad y mejorar la fertilidad del suelo, evidenciado por la disminución de especies indicadoras de salinidad como *Portulaca sp* y el aumento de la supervivencia de especies forestales y frutales en áreas previamente degradadas.
3. La Forestería Análoga no solo mejoró las condiciones del suelo y la biodiversidad, sino que también fortaleció la economía local mediante la producción de bienes y servicios, y promovió la participación comunitaria, demostrando su potencial para la adaptación al cambio climático y la seguridad alimentaria.

BIBLIOGRAFÍA

- CITMA. (2017). *Enfrentamiento al cambio climático en la República de Cuba* (p. 41) [Tarea Vida]. CITMA (Ministerio de Ciencia, Tecnología y Medio Ambiente).
- Milá, F., Herrera, R., & Sánchez, R. (2015). *Determinación de los Factores Limitantes y Agroproductividad con la Utilización del Sistema de Información Geográfica en la Provincia de Guantánamo*.
- Mongil, J., Navarro, J., & Díaz, V. (2015). Esquema ecológico aplicado a una restauración forestal en cárcavas de la Sierra de Ávila (centro de España). *Madera y bosques*, 21(1), 11-19.
- O'Farril, Kindelan, H., & López, C. (2018). *Aplicación de la Forestería Análoga en suelos salinizados del Valle de Guantánamo. Avances*, 20.
- Olivera, D. (2012). Un Universo Invisible Bajo Nuestros Pies”: La Degradación de los Suelos de Cuba. Madrid. *Boletín de Noticias IDI*, 26, 03-12.
- Piedrahita, O. (2011). Capacidad de intercambio cationico. *Accedido el*, 18.
- Renda, A. (2017). *Suelos forestales de cuba y su importancia en la reforestación intensiva*.
- Riverol, M., Castellanos, N., Peña, F., & Fuentes, A. (2001). Programa Nacional de Mejoramiento y Conservación de Suelos (PNMCS). *La Habana, Cuba: Instituto de Suelos. Agrinfor. Minag*.
- Sánchez, R., Milá, F., Planas, J., Sánchez, I., Cintra, M., & Lugo, D. (2008). *Informe de suelo realizado a tres fincas forestales (1, 2 y 14) del Paraguay* (p. 10). Centro provincial de suelos. Guantánamo.
- Senanayake, R. (2005). *Priciples of Analog Forestry*. <http://www.richforests.org/our-method/analog-forestry/>
- Urquiza, N. (2011). *Sugieren manejo sostenible de tierras en Cuba-Cubadebate*. Cubadebate - Cubadebate, Por la Verdad y las Ideas. <http://www.cubadebate.cu/noticias/2011/12/21/sugieren-manejo-sostenible-de-tierras-en-cuba/>