

ACCIONES DE ADAPTACIÓN ANTE LOS IMPACTOS DE LA PENETRACIÓN DEL MAR EN LA EMPRESA AGRO-FORESTAL LAS TUNAS

ADAPTATION ACTIONS IN FRONT THE IMPACTS OF THE SEA PENETRATION ON THE PATRIMONY OF LAS TUNAS AGROFORESTRY ENTERPRISE

M.Sc. YUNIOR ÁLVAREZ-GÓNGORA¹, DR. ARNALDO ÁLVAREZ-BRITO² Y DRA. ALICIA MERCADET-PORTILLO²

¹ UCTB Estación Experimental Agro-Forestal Guisa. Carretera vía Victorino Km 1^{1/2}, La Soledad, Guisa, Granma, Cuba, investigacion@guisa.inaf.co.cu, teléf.: (023) 39 1387

² Instituto de Investigaciones Agro-Forestales. Calle 174 no. 1723 e/17B y 17C, Siboney, Playa, La Habana, archie@forestales.co.cu, mercadet@forestales.co.cu, teléf.: (07) 208 4767

RESUMEN

El propósito de esta investigación fue proponer acciones de adaptación ante los impactos del aumento del nivel del mar sobre el patrimonio de la Empresa Agro-Forestal Las Tunas. Para esto se realizó una evaluación cualitativa de los lotes previstos a afectarse en 2050 y 2100, seguido de un análisis cuantitativo de las afectaciones en superficie y volumen de madera en pie sobre los recursos forestales. Como principales resultados se obtuvo la previsión de impactos significativos sobre los bosques de las seis unidades costeras de la empresa, que abarcarán 4428,56 ha en 2050 y 12 505,30 ha en 2100, poniendo en riesgo unos 170 356,65 y 469 054 m³ de madera en cada año, respectivamente, además del diseño de cuatro acciones de adaptación que constituirán el punto de partida para que la empresa enfoque su trabajo hacia la mitigación de la magnitud y dilación en el tiempo de los impactos negativos sobre el patrimonio forestal previstos por penetración del mar.

Palabras claves: Adaptación, impactos, afectaciones.

ABSTRACT

The objective of this investigation is to propose actions to adapt to the impact of the increasing of the sea level on the patrimony of the agroforestry enterprise of the Las Tunas city. A qualitative evaluation was forecast area in 2050 and 20100, allowing developing quantitative analyses of the affections of surface and timber volume on coastal forestry resources by the patrimony management, forestry formation and wood category, also the proposal of actions target to decrease the negative effects linked. As main results was obtained the prevention of meaningful impacts on heritage forestry of six enterprises located in the coastal municipalities. Finally actions of adaptation were proposed which is the point of reference to the enterprise focus the work to mitigate reachable and deletion in the next years of the negative impacts on agroforestry heritage for cast by the sea penetration.

Key words: Adaptation, impacts, affectations.

INTRODUCCIÓN

Según se desprende de los escenarios del IPCC, el nivel del mar podría incrementar entre 10 y 90 cm para 2100. Un aumento de esta magnitud implica que las zonas bajas, las regiones costeras y los pequeños Estados insulares sufran inundaciones, afectando los asentamientos humanos, los ecosistemas costeros (manglares, deltas y arrecifes coralinos), las actividades pro-

ductivas ubicadas en esas áreas como la pesca, la agricultura y la infraestructura (PNUD, 2008). Las pruebas de que los efectos acumulados de las actividades humanas están modificando el clima mundial y por consiguiente afectando los recursos naturales, son cada vez más frecuentes. Los bosques costeros son una muestra clara de vulnerabilidad ante numerosos impactos del

cambio climático, principalmente los asociados al incremento del nivel medio del mar, trayendo como consecuencia la pérdida de numerosos productos forestales madereros y no madereros que se afectan con su penetración hacia tierra firme.

La Empresa Agro-Forestal Las Tunas (EAFLT) administra un patrimonio forestal abundante y de elevada importancia económica, una parte constituido por bosques protectores del litoral, en desarrollo sobre una superficie con predominio de relieve llano, y extendidos a lo largo de las costas norte y sur de la provincia. Dicha situación convierte estas áreas en vulnerables ante la inminente penetración del mar, estando en riesgo la existencia de los recursos forestales.

La capacidad de simular con antelación las variaciones climáticas y formular escenarios ofrece la posibilidad de poder actuar a tiempo y reducir los impactos adversos, es decir, adaptarse a los efectos de la variabilidad climática.

En atención a esta problemática y contribuyendo al Programa de Enfrentamiento al Cambio Climático en que ha estado inmerso el país, se desarrolla la presente investigación, planteando como objetivo proponer acciones de adaptación ante las afectaciones que se producirán sobre los recursos forestales de la Empresa Agro-Forestal Las Tunas por el aumento del nivel medio del mar.

MATERIALES Y MÉTODOS

Caracterización físico-geográfica del área de estudio

La investigación se desarrolló entre septiembre de 2014 y agosto 2016, en el patrimonio forestal de Empresa Agro-Forestal Las Tunas (EAFLT), ubicada en la provincia de Las Tunas, y esta a su vez en el noroeste de la región oriental de la isla de Cuba, limitando al norte con el Océano Atlántico, al sur con la provincia de Granma y el golfo de Guacanayabo, al este con la provincia de Holguín y al oeste con la provincia de Camagüey.

Para lograr una planificación y administración adecuada, la empresa está dividida en ocho unidades empresariales de base silvícolas, de las cuales seis están presentes en la zona costera donde predomina un relieve llano.

Al término de 2015 el patrimonio administrado por EAFLT estaba integrado en 224 lotes, ocupando en su conjunto una superficie aproximada de 104 831,4 ha, de ellas el 90,9 % (95 278,8 ha) representan el área forestal y el 9,1 % (9552,6 ha) la inforestal.

Metodología para la identificación de las afectaciones por penetración del mar sobre el patrimonio forestal costero

Los niveles de penetración del mar en las costas norte y sur de Las Tunas se determinaron mediante el empleo de la capa de penetración del mar desarrollada, tomando en consideración el escenario de emisiones A1C, para su sensibilidad climática alta (4,2 °C), con proyecciones de aumento de su nivel medio para 2050 y 2100 en Cuba de 27 y 85 cm, respectivamente (modelo MAGICC/SCENGEN, versión 4.1; IPCC, 2001), reportadas por Salas *et al.* (2008), además de la capa con la distribución espacial de los lotes forestales de EALT.

La información disponible fue procesada en el sistema de información geográfica (SIG) ArcGIS, versión 10.2.2, permitiendo realizar las evaluaciones cualitativa y cuantitativa de las afectaciones que pudieran producirse sobre los recursos forestales, atendiendo a las proyecciones de aumento del nivel medio del mar antes referidas.

Para la evaluación cualitativa se tomaron en consideración los resultados del SIG referentes a los lotes que pudieran afectarse en cada uno de los años contemplados por el escenario, mientras que para la cuantitativa las afectaciones fueron estimadas para la superficie cubierta de bosques y el volumen de madera en pie, por administración del patrimonio (empresa y Unidades Empresariales de Base Silvícolas (UEBS)), formaciones forestales y categorías de bosques.

Se creó una base de datos en Microsoft Office Excel 2013 tomados del proyecto de ordenación forestal de la empresa, y constituida por la información referente a la superficie cubierta de bosques y al volumen de madera en pie que existe actualmente en cada lote previsto a afectarse, además de la categoría de bosques y la formación forestal a la cual pertenecen.

Posteriormente se tomó como patrón la proporción de la superficie total prevista a inundarse

en cada lote, emanada del SIG, y fue extrapolada a las existencias forestales para conocer finalmente el posible comportamiento de sus recursos por cada componente ante la penetración del mar, tanto en 2050 como en 2100.

Definición de acciones de adaptación

Para la definición de medidas de adaptación capaces de atenuar los efectos negativos que pudieran producirse sobre los bosques costeros de la EAFLT, asociados a la penetración del mar estimada, se tuvieron en cuenta, de conjunto, el tipo y la magnitud de los impactos previstos, sus consecuencias ambientales, económicas y sociales, así como las posibilidades reales existentes para atenuar dichos efectos, partiendo de que normalmente estos no son evitables, sino que pueden aplazarse en el tiempo y/o en magnitud.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Impactos esperados por administración del patrimonio

Los resultados demuestran la fuerte incidencia con que pudiera manifestarse el mar sobre los recursos forestales costeros administrados por la EAFLT (Fig. 1), motivado en gran medida por las bajas pendientes sobre las que se desarrollan, evidenciando afectaciones severas sobre los seis municipios costeros de la provincia, incluso para 2050, donde los valores de penetración serán tan significativos que podrán ocasionar la pérdida de una superficie equivalente a 4428,56 ha de bosques, mientras que cincuenta años después se alcanzarían cifras dos veces superiores, que abarcan aproximadamente unas 12 505,30 ha, afectándose un volumen de 170 356,65 m³ y de 469 054 m³ en cada año, respectivamente.

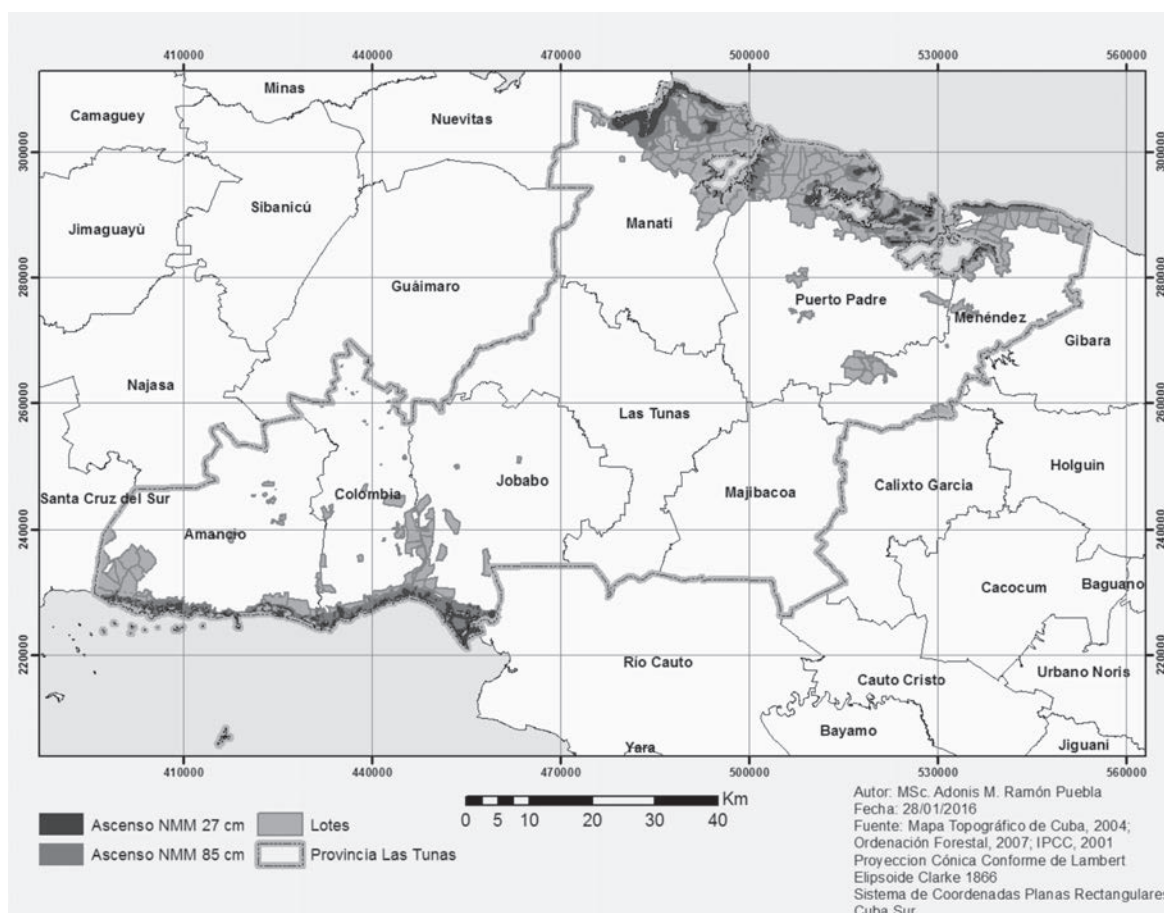


Figura 1. Lotes forestales que resultarían afectados por el aumento del nivel del mar en 27 y 85 cm a lo largo del presente siglo.

Estos resultados se muestran halagüeños ante lo expuesto por Morales (2008), al referir que el aumento del nivel medio del mar, de cumplirse el escenario A1C, implicará para Cuba la disminución gradual de la superficie emergida en zonas bajas en un 2,31 % para 2050 y 5,44 % a fines del presente siglo.

El análisis de la superficie cubierta de bosques que pudiera afectarse por UEBS expone entre las de mayor afectación para 2050 a Amancio Rodríguez (1539,51 ha), Manatí (1156,19 ha) y Puerto Padre (930,14 ha), en tanto, para 2100 coinciden estas unidades pero en orden de afectación inverso, resultando Puerto Padre (4366,93 ha), Manatí (3232,11 ha) y Amancio Rodríguez (2706,15 ha) las que en su conjunto representarían el 14 % del total de áreas cubiertas de bosques en la empresa y el 15 % en la zona costera.

El hecho de que estas unidades alcancen las mayores afectaciones se debe a que, de las seis que componen la zona costera de la provincia, son las que mayor distancia lineal de costa presentan, situación que aumenta la exposición de la vegetación existente, y por tanto el grado de vulnerabilidad ante la penetración del mar, apuntando además que la pendiente del terreno es el factor principal que puede interferir en mayor o menor medida ante dicha penetración.

La evaluación de las pérdidas maderables mostró que para 2050 las UEBS más afectadas resultarán Manatí, Amancio Rodríguez y Puerto Padre con volúmenes totales de 52 711,39 m³, 49 888,20 m³ y 35 373,55 m³, respectivamente, considerando que para ese entonces las existencias de este recurso mantendrán un comportamiento similar al actual.

En tal sentido se deduce que el grado de afectación estará condicionado por las variables superficie cubierta de bosques prevista a afectarse y volumen de madera por unidad de superficie. El análisis de la primera variable antes referida concluyó que las mayores afectaciones se producirán sobre Amancio Rodríguez, superando a Manatí por más de 380 ha; sin embargo, se manifestarán de manera contraria referente al volumen de madera que pudiera afectarse, con una diferencia de 2823 m³, atribuyéndose como aspecto responsable de este comportamiento las

marcadas diferencias de volumen por unidad de superficie que existen entre estas unidades, mostrando a Manatí con 42 m³/ha por 36 m³/ha para Amancio.

Los resultados que pudieran acontecer en 2100 reflejan la persistencia de las unidades previstas a alcanzar las mayores afectaciones en el período precedente, difiriendo en cuanto al orden de la magnitud de afectación. Al respecto, Puerto Padre verá reducidas sus existencias maderables en 156 238,4 m³, cifra que cuadruplica las que tendrían lugar 50 años antes, seguido por Manatí con 141 966 m³ y Amancio Rodríguez con 85 790 m³.

Estudios similares demuestran la naturaleza destructora que engloba el fenómeno del cambio climático. Álvarez y Mercadet (2011), en un estudio integral de impactos y adaptación, determinaron que en el patrimonio administrado por la Empresa Forestal Integral (EFI) Mayabeque es posible la pérdida en 2100 de aproximadamente 35 617,01 ha, área equivalente al 71,9 % de la superficie total de la empresa.

Impactos esperados por formación forestal

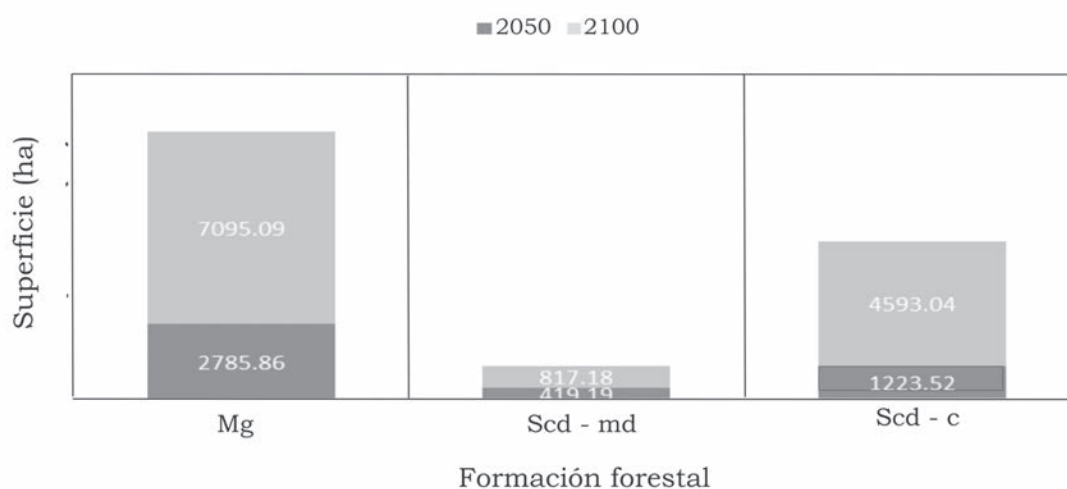
La totalidad de las formaciones forestales reportadas por la empresa sufrirán los impactos potenciales del aumento del nivel medio del mar, correspondiendo al manglar los mayores valores de afectación esperados, pudiendo ascender a las 2786 ha si a lo largo del presente siglo el nivel del mar aumentara 27 cm y a las 7095 ha si lo hiciera en 85 cm (*Fig. 2*).

Estos resultados coinciden con los de Álvarez y Álvarez (2013) y Ajete *et al.* (2014) referentes a que en el Refugio de Fauna Delta del Cauto y en la EFI Baracoa, respectivamente, serán precisamente los manglares los que alcancen las mayores afectaciones por el impacto del aumento del nivel medio del mar.

El resto de las formaciones previstas a afectarse resultarán semicaducifolios sobre suelo calizo y semicaducifolios sobre suelo de mal drenaje (*Fig. 2*), los primeros con una afectación que pudiera ascender a las 1223,52 ha en 2050 y a las 4593 ha desde esta fecha hasta 2100, mientras que en el segundo caso se presentarían daños menos severos, viéndose afectada una superficie de 419 y 817 ha en cada período, respectivamente.

El comportamiento de las pérdidas maderables por formación forestal se manifestará en correspondencia con las de mayor superficie cubierta de bosques prevista a afectarse, resultando los manglares los que mayor cuantía perderán al alcanzar en 2050 un volumen de 96 897,79 m³ y de 244 266,19 m³ en 2100, teniendo en cuenta que sus áreas boscosas

ocupadas por el mar representarán el 63 % y el 57 % en cada año del total de las tres formaciones implicadas, superando considerablemente al resto, sin dejar de reconocer que esta es la que ofrece la mayor vulnerabilidad ante la penetración del mar dado a su proximidad, y por tanto sobre la cual se manifestarán los impactos más severos.



Mg: Manglar, Scd-md: Semicaducifolio sobre suelo de mal drenaje, Scd-c: Semicaducifolio sobre suelo calizo

Figura 2. Superficie que resultaría afectada por formación forestal

Impactos esperados por categoría de bosque

En la empresa estudiada los bosques protectores del litoral están compuestos mayoritariamente por las formaciones manglar y semicaducifolio sobre suelo calizo, constituyendo la categoría más numerosa, razón que conllevará a que producto del incremento de su nivel medio se originen sobre estos las afectaciones más severas en términos de superficie con 3986,8 ha en 2050, y 10 975,56 ha en 2100.

Esta situación limitaría la prestación de los múltiples servicios ambientales y funciones ecológicas por parte de estos bosques, favoreciendo que los vientos procedentes del mar y cargados de sal penetren con mayor intensidad, que se produzcan mayores inundaciones costeras y que aumente la intrusión salina, provocando a la vez que muchas de las actividades económicas que se desarrollan en áreas subsiguientes, como la agricultura y la ganadería, sufran también consecuencias desfavorables.

Las afectaciones que pudieran producirse sobre los bosques productores no reflejan pérdidas significativas en comparación con la superficie

total que estos abarcan, al perder solamente 342,61 ha a mediados del presente siglo y 1335,68 ha en sus fines, motivado a que son áreas que se distribuyen sobre tierra firme y a mayor distancia del litoral, lo que propicia un menor alcance de la penetración del mar.

Por su parte, los bosques protectores de aguas y suelos se afectarían solamente en unas 99,18 ha durante 2050 y algo más de 194 ha 50 años después.

De forma general, tras la penetración del mar estimada para mediados y fines del presente siglo, en EAFLT pudieran producirse cambios sustanciales en torno a las categorías de bosques que ostentan actualmente algunas áreas, muchas de las cuales cambiarán de estatus, destacándose fundamentalmente el traspaso de bosques productores y protectores de aguas y suelos a protectores del litoral, los cuales probablemente se mantengan como los más numerosos.

En torno a las pérdidas maderables por categorías, los bosques protectores del litoral recibirán las afectaciones más significativas para los dos

años evaluados por el escenario, al alcanzar cifras en el orden de los 148 713,52 m³ y 400 292,52 m³ en cada uno, respectivamente, continuados por los productores con valores relativamente inferiores (2050 = 19 273,96 m³; 2100 = 64 108,13 m³), pero con mayor importancia desde el punto de vista económico, ya que estos son destinados en su totalidad al aprovechamiento maderero a diferencia de los anteriores, donde solo se extraen pequeñas cantidades de madera teniendo en cuenta su función ecológica. Los bosques protectores de aguas y suelos exhibirán las menores pérdidas con 2369,17 m³ para el primer año, y 4653,37 m³ en el segundo.

Acciones de adaptación ante las afectaciones identificadas

Primera acción: reforestación

Según criterios de Álvarez (2011), la única barrera terrestre natural con que cuentan los pequeños Estados insulares para atenuar en magnitud y dilatar en tiempo los efectos negativos del aumento del nivel del mar, y sus consecuencias en la intrusión salina, son los bosques destinados a la protección del litoral, y en la medida en que aumente la reforestación de sus áreas, mayor será la disminución de estos impactos.

La Empresa Agro-Forestal Las Tunas reportó, al término de 2015 una superficie de 639 ha de áreas protectoras del litoral pendientes de reforestar, distribuidas en las UEBS Puerto Padre (174,5 ha), Jesús Menéndez (88,2 ha) y Amancio Rodríguez (376,3 ha).

En correspondencia con lo antes expuesto, se propone a la empresa acometer la reforestación de esas 639 ha a la mayor brevedad posible, tomando en consideración al seleccionar las especies para tal propósito los altos tenores salinos ya existentes en los acuíferos subterráneos.

Segunda acción: veda del aprovechamiento maderero

Suspensión del aprovechamiento de los recursos maderables existentes en los manglares según la moratoria establecida por la Dirección Forestal, Flora y Fauna Silvestre del Ministerio de la Agricultura, teniendo en cuenta que esta formación garantiza la protección de las costas contra el aumento del nivel del mar, su erosión y la intrusión salina en los acuíferos subterráneos.

Tercera acción: mitigación de las pérdidas maderables

Los resultados de la evaluación cuantitativa denotan una afectación en volumen de los bosques productores y protectores de aguas y suelos. En correspondencia con esto, se propone el aprovechamiento priorizado de los productores, mientras que para el aprovechamiento de los protectores se deberá esperar a que esos recursos hayan muerto debido al avance del mar.

Tomando en consideración que las especies *Rhizophora mangle* L. y *Avicennia germinans* (L.) L. distribuidas a mayor distancia de la costa morirán al quedar sus raíces permanentemente bajo el agua, se recomienda acometer el aprovechamiento del manglar muerto, pudiendo usarse para leña o carbón.

Cuarta acción: perfeccionamiento de la ordenación forestal

La implementación de las acciones de adaptación propuestas demandarán que la empresa disponga de un proyecto de ordenación forestal con la flexibilidad suficiente para poder incluir en él, a partir de la actualización de su dinámica y de conjunto con las instituciones científicas de la provincia, las modificaciones que ocurran sobre la situación costera, con vistas a la inclusión de las decisiones oportunas en el plan productivo que la entidad prepare para el año próximo.

Además, Álvarez *et al.* (1998) plantean que las áreas donde se vayan a implementar estas acciones de adaptación deberán ser previamente identificadas, evaluadas y analizados los posibles riesgos del éxito del proceso en base a sus condiciones específicas actuales, labor que debe ser objeto de un programa de seguimiento que periódicamente vaya validando su avance temporal a fin de evitar fracasos costosos en el futuro.

CONCLUSIONES

- Se prevén impactos significativos sobre el patrimonio forestal de las seis UEBS de la EAFLT ubicadas en los municipios costeros, por penetración del mar, incidiendo con diversos niveles de inundación sobre 60 lotes en 2050 y 74 lotes para 2100.

- Las acciones de adaptación propuestas constituirán el punto de partida para que la EAFLT enfoque su trabajo hacia la atenuación de la magnitud y dilación en el tiempo de los impactos negativos sobre el patrimonio forestal previstos por penetración del mar.

BIBLIOGRAFÍA

- Álvarez, A.; Milián, C. & Álvarez, L. 1998. Evaluación a fondo de los posibles impactos del cambio climático sobre los sectores socioeconómicos y ambientales del país. Sector silvícola. La EFI Guanahacabibes: Un estudio de caso. Informe técnico. Instituto de Investigaciones Forestales, La Habana. 21 p.
- Álvarez, A.; Mercadet, A. 2011. El sector forestales cubano y el cambio climático. La Habana. 248 p.
- Álvarez, A. 2011. Evaluación de los impactos asociados al cambio climático y estrategia de adaptación para la EFI Ciego de Ávila. Informe técnico. Instituto de Investigaciones Agroforestales. La Habana. 26 p.
- Álvarez, Góngora, Y. & Álvarez, A. 2013. Impactos del aumento del nivel del mar sobre el Refugio de Fauna Delta del Cauto. Baracoa (CU) 32 (2): 31-38.
- Ajete Hernández, A.; Álvarez, A.; Jiménez, F.; Toirac, W. & Rodríguez, P. 2014. Impactos del aumento del nivel medio del mar en el patrimonio forestal de la Empresa Forestal Integral Baracoa. Baracoa (CU) 33 (1): 61-66.
- Morales, A. 2008. Estado actual de las investigaciones de la influencia de los cambios climáticos sobre nuestros ecosistemas costeros. Proyecciones y tendencias de trabajos futuros. En: memorias del taller cambios globales y medio ambiente. Tendencias mundiales, resultados y proyecciones de trabajo; Panel 1: cambio global y clima. Acuario Nacional. La Habana, 25 y 26 de marzo.
- PNUD. La lucha contra el cambio climático: Solidaridad frente a un mundo dividido [En línea] 2008. Disponible en: http://hdr.undp.org/sites/default/files/hdr_20072008_summary_spanish.pdf [Consulta: noviembre, 15 2015].
- Salas, L. 2008. Impacto de la surgencia en el archipiélago cubano, considerado los cambios climáticos. EN: Memorias del Taller Cambios Globales y Medio Ambiente: Tendencias mundiales, resultados y proyecciones de trabajo. La Habana.

RESEÑA CURRICULAR

Autor principal: Yuniór Álvarez Góngora

Ingeniero Forestal, Máster en Gestión Ambiental, Investigador Auxiliar del Instituto de Investigaciones Agro-Forestales forma parte del equipo institucional del Programa de Enfrentamiento al Cambio Climático para el sector forestal cubano. Es autor de varios artículos científicos. Ha participado en eventos nacionales e internacionales con resultados relevantes.