

EVALUACIÓN DE LOS IMPACTOS DEL CAMBIO CLIMÁTICO Y ESTRATEGIA DE ADAPTACIÓN PARA LA EMPRESA FORESTAL INTEGRAL MATANZAS, PROVINCIA DE MATANZAS, CUBA

EVALUATION OF CLIMATE CHANGE IMPACTS AND ADAPTATION STRATEGY FOR FORESTRY ENTERPRISE MATANZAS, MATANZAS PROVINCE, CUBA

DRA. OSIRIS ORTIZ-ÁLVAREZ¹, DR. ARNALDO F. ÁLVAREZ-BRITO² Y ESP. LOURDES GÓMEZ-PULIDO¹

¹ Instituto de Investigaciones Forestales. UCTB Itabo. Martí, Matanzas, Cuba.

² Instituto de Investigaciones Forestales. UCTB Investigación e Innovación Tecnológica.
Calle 174 no. 1723 e/ 17B y 17C, Siboney, Playa, La Habana, Cuba,
archie@forestales.co.cu

RESUMEN

A partir del proyecto de ordenación y los escenarios del país, la EFI Matanzas fue sometida a una evaluación de los impactos esperables como consecuencia del cambio climático, incluyendo el aumento del nivel del mar. Los resultados indican una elevada vulnerabilidad a tales impactos, que pudieran originar pérdidas de madera superiores a 405 300 m³, con valor superior a los 17,4 millones de pesos y emisiones de CO₂ mayores de dos millones de toneladas. Se ha propuesto una estrategia de adaptación que incluye tres acciones específicas y una general, destinada a la preparación de su Programa de Enfrentamiento al Cambio Climático, centrando el desarrollo del programa en la experiencia de las instituciones científicas y docentes locales, resaltando la conveniencia de una posición proactiva que permita prepararse para, aun bajo esas condiciones, continuar cumpliendo la misión social que le fuera asignada por el Estado.

Palabras claves: Cambio climático, bosques, impactos, adaptación.

ABSTRACT

From the management project and scenarios used in the country, the EFI Matanzas has been subjected to an assessment of the expected impacts from climate change, including the rising sea level. Results indicate a high vulnerability to such impacts, which could result in losses in excess of 405,3 thousands of cubic meters of wood, with values in excess of 17,4 million Cuban pesos (CUP) and emissions of wood CO₂ over two million tons. It has been proposed an adaptation strategy that includes three specific actions and another one general, for the preparation of its Program to Face Climate Change, centering its develop on the use of existing experience in scientific and local educational institutions, indicating the desirability of a proactive position, allowing it to prepare for, even under these conditions, continue to fulfill the social mission that was assigned by the State.

Key words:

INTRODUCCIÓN

La subida proyectada del nivel medio del mar durante los próximos cien años, de conjunto con un mayor desarrollo costero, tendrá impactos negativos sobre los litorales. Esto, a su vez, incrementará la vulnerabilidad del medio ambiente costero al reducir la resistencia de las barreras naturales y aumentar el costo de la adaptación. Dado que la gravedad habrá de

variar a nivel regional, el problema más grave para algunos de los pequeños Estados insulares será determinar si tendrán, dentro de sus propias fronteras nacionales, capacidad para adaptarse a la subida del nivel medio del mar. Por su parte, tales proyecciones se han visto confirmados en el caso de Cuba, donde diversos estudios realizados en el marco de la Segunda

Comunicación Nacional a la Convención Marco de Naciones Unidas sobre Cambio Climático (Rep. Cuba, 2015) han reiterado los impactos que ya vienen registrándose en el país y en especial en su patrimonio forestal (Planos y col. 2012; Álvarez, Mercadet y col., 2011) como consecuencia del aumento del nivel medio del mar.

Este conjunto de argumentos sugirió la conveniencia de ampliar las evaluaciones iniciadas sobre los impactos esperables como consecuencia del cambio climático al resto de las empresas forestales del país, razón que dio origen

al presente informe, dedicado en particular a la valoración de los impactos esperables en la Empresa Forestal Integral (EFI) Matanzas.

MATERIALES Y MÉTODOS

La EFI Matanzas está ubicada en la provincia de igual nombre, por lo que sus límites geográficos son, al norte, el Océano Atlántico; al sur la EFI Victoria de Girón; al este la provincia de Villa Clara y al oeste la provincia de Mayabeque (Fig. 1).



Figura 1. Provincia donde está ubicada la EFI Matanzas.

Por su posición geográfica la empresa está incluida en una de las regiones de Cuba algo amenazada y azotada por huracanes en la temporada ciclónica (junio-noviembre) (Limia, Vega y Pérez, 2007). Según el Instituto Nacional de Recursos Hidráulicos (INRH), la precipitación media anual de la provincia es de 1423 mm, con una mínima de 34 mm en diciembre y una máxima de 234 mm en junio (INRH, 2012), mientras que el Instituto de Meteorología (INSMET) ha reportado que la temperatura media máxima anual es de 30,8 °C, variando entre 30,6 (Jovellanos) y 31,2 °C (Jagüey Grande); la temperatura media mínima anual es de 18,8 °C,

variando entre 18,2 (Perico) y 19,5 °C (Unión de Reyes); la humedad relativa media anual es del 78 %, variando entre el 76 % (Unión de Reyes) y 79 % (Perico), y los vientos predominantes son del ENE, con una velocidad media anual de 5,7 km/h, variando entre 4,5 km/h (Jovellanos) y 6,7 km/h (Colón) (INSMET, 2010).

La provincia presenta 40 cuencas hídricas superficiales situadas mayoritariamente al norte del parteaguas, de las que una es de interés provincial: Canímar, ubicada al noroeste de la provincia, en tanto que otras siete cuencas hídricas subterráneas se distribuyen en el territorio, de las que las primeras cinco tienen libre

intercambio con el mar al norte de la provincia y una, que es de interés nacional (Ciénaga de Zapata, situada fuera del patrimonio de la empresa) intercambia con el mar al sur (*Figs. 2 y 3*) (INRH, 2012a).

El suelo predominante al norte del parteaguas provincial es Ferralítico Rojo Típico (Inst. Sue-

los, 1980), con una alta velocidad de infiltración, lo que ayuda a alimentar las cuencas subterráneas que constituyen la reserva de agua de la provincia, las que pudieran verse afectadas tanto por la disminución del acumulado anual de lluvias como por el avance tierra adentro de la intrusión salina.



Figura 2. Cuencas hídricas superficiales (una de interés provincial: Canímar).

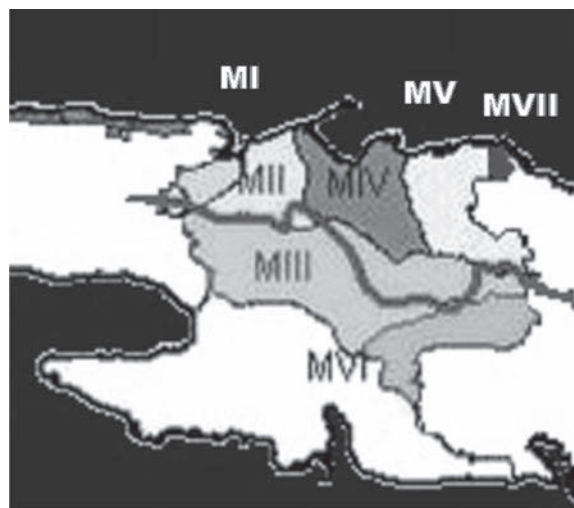
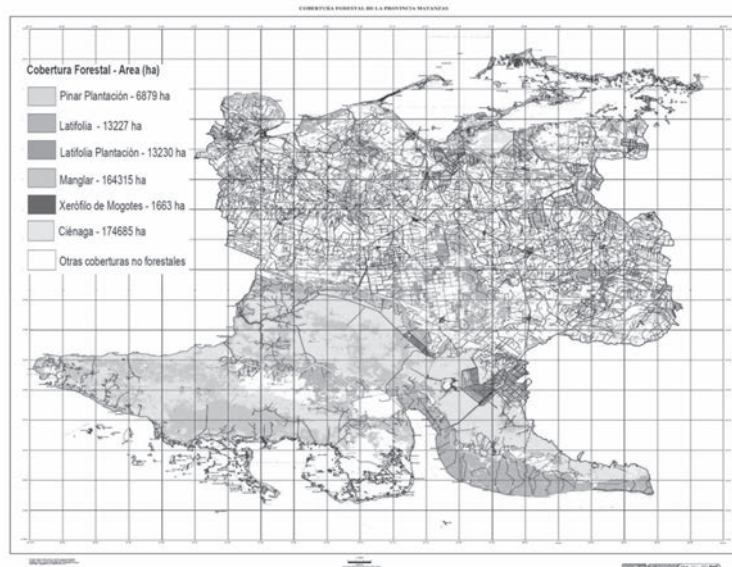


Figura 3. Cuencas hídricas subterráneas (una de interés nacional: MVI-C. de Zapata).

El patrimonio forestal de la provincia comprendía 587 798,8 ha al término de 2010 (Direc. Forestal, 2011), el mayor en superficie del país, de las que 355 148,4 ha estaban cubiertas por

bosques, con un área inforestal de 211 754,3 ha (94,4 % de cobertura neta del patrimonio), con la distribución espacial presentada en la *Fig. 4* (Direc. Forestal, 2012).



(Fuente: Dirección Forestal, Ministerio de la Agricultura. (MINAG). 2012)

Figura 4. Distribución espacial del patrimonio forestal de la provincia de Matanzas.

La empresa, con un patrimonio de 66 206,2 ha, al término del año 2013 tenía la siguiente composición (Fuente: Dpto. Técnico EFI Matanzas):

- Bosques naturales mayoritarios (40 971,5 ha con 1 839 429,2 m³), con las formaciones Manglar (3 064,8 ha y 130 304,9 m³), Manigua costera (24 636,1 ha con 1 030 907,1 m³), Semideciduo sobre suelos ácidos (1 278,4 ha con 86 931,2 m³), Semideciduo sobre suelos calizos (11 389,7 ha con 576 420,1 m³), Semideciduo sobre suelos de mal drenaje (153,5 ha con 5 930,9 m³) y Uveral (449,0 ha con 8 935,1 m³).
- Cuatro categorías en bosques naturales: Productor (16 581,4 ha con 826 967,6 m³), Protector de Agua y Suelo (5 236,5 ha con 241 375,0 m³), Protector del Litoral (19 092,6 ha con 768 597,9 m³) y Protector de Flora y Fauna (61,0 ha con 2 488,8 m³).

- Las plantaciones establecidas (10 129,8 ha con 599 609,2 m³) estaban integradas por 19 especies (10 introducidas al país y una desde otra provincia), y en ellas predominaban *Pinus caribaea* Morelet var. *caribaea* Barret y Golfari (pino macho) (6875,7 ha con 433 169,1 m³), *Calophyllum antillanum* Britt. (ocuje) (1471,3 ha con 58 852,0 m³), *Casuarina equisetifolia* Forst. (casuarina) (671,6 ha con 40 967,6 m³) y *Eucalyptus* sp. (670,7 ha con 47 619,7 m³).

El área empleada para la evaluación de los impactos del aumento del nivel medio del mar (NMM) y del avance de la intrusión salina en los acuíferos subterráneos comprendió al norte de la provincia los municipios de Matanzas, Cárdenas y Martí, Unidades Silvícolas Matanzas (comprende los municipios de Matanzas y Cárdenas) y Martí (Jiménez, 2012) (Fig. 5).



Figura 5. Distribución de los municipios en la provincia.

El análisis de los impactos esperables por el aumento del NMM sobre los lotes de la empresa (Fig. 6) fue realizado con el escenario de emisiones A1C (IPCC, 2001) para una sensibilidad climática alta (4,2 °C), con las proyecciones de aumento del NMM para Cuba en los años 2050 y 2100 (Modelo MAGICC/SCENGEN, versión 4.1; IPCC, 2001), según lo reportado por Salas (2008) y por los resultados presentados por la Agencia de Medio Ambiente (AMA) en el Macroproyecto (AMA, 2010) (Fig. 7), mientras que el análisis de la

penetración horizontal de la intrusión salina en los acuíferos subterráneos como consecuencia del aumento del NMM fue realizado a partir de lo reportado por el INRH (2011), al señalar que los escenarios de variación de la penetración actual indicaban avances de 3 y 5 km para el 2050 y 2100, respectivamente (Fig. 8).

En el caso de la pérdida de bosques costeros por aumento del nivel del mar, el cálculo de las emisiones de CO₂ esperables fue realizado repartiendo proporcionalmente el área y

volumen en pie reportado para el lote, según su composición de especies, asignando a la especie principal el doble que al resto.

El cálculo del carbono existente en la biomasa del bosque se realizó para cada lote del patrimonio

de la empresa, convirtiendo el volumen de fuste en biomasa de fuste con el empleo de la densidad básica promedio, estimada a partir de las especies reportadas en cada lote por el proyecto de ordenación.

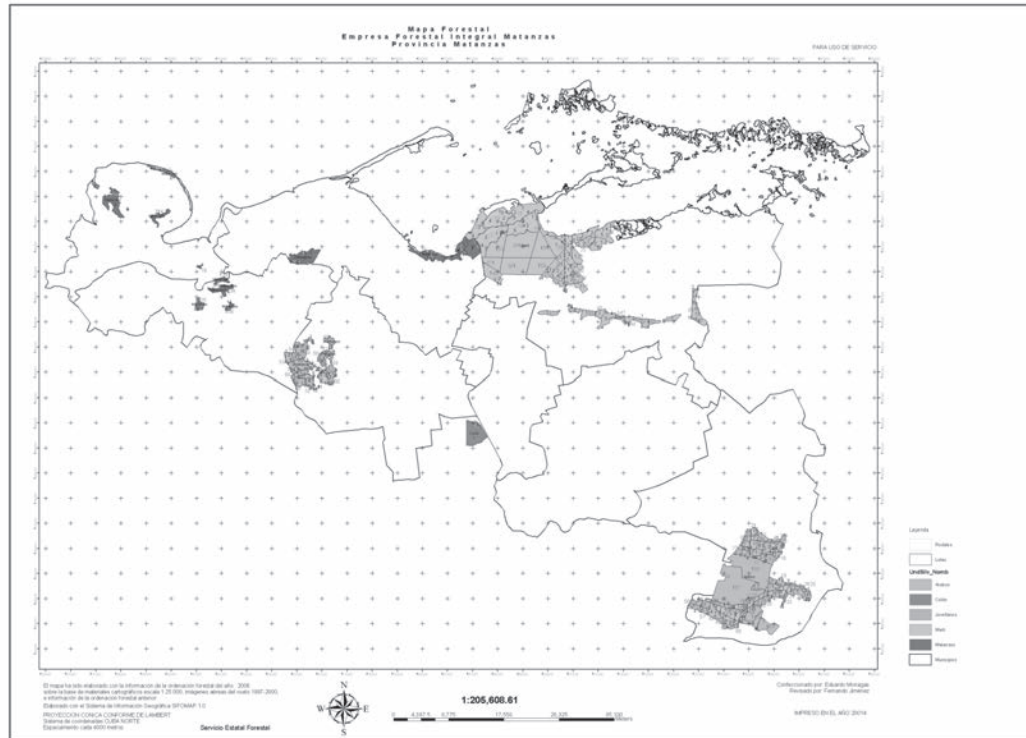


Figura 6. Distribución de los lotes forestales de la EFI Matanzas.



Figura 7. Resultados del aumento del NMM en 2050 y 2100 (AMA, 2010).



Figura 8. Penetración actual de la intrusión salina en los acuíferos subterráneos (INRH, 2011).

A partir de la biomasa de fuste por unidad de superficie fue calculado el factor de expansión de la biomasa y con él la biomasa aérea, a la que se añadió un tercio de su valor para obtener la biomasa total del lote (Mercadet y Álvarez, 2009).

Para el cálculo del contenido de carbono fue empleado como coeficiente 0,4688 (Mercadet *et al.*, 2005) y para su conversión en CO₂, el factor 44/12 (IPCC, 2006), según las expresiones siguientes:

$$BF = DBP \cdot VF \quad [1]$$

$$BUF = BF \cdot S^{-1} \quad [2]$$

$$FEB = e^{(3,213 - 0,506 \ln BUF)} \quad [3]$$

$$BA = BF \cdot FEB \quad (3,00 \geq FEB \geq 1,74) \quad [4]$$

$$BT = BA + 0,3 BA \quad [6]$$

$$C = 0,4688 \cdot BT \quad [7]$$

$$CO_2 = 3,6667 \cdot C \quad [8]$$

donde:

DBP: Densidad básica promedio (758 t/m³) (Fors, 1975; Soler, 2001 e IPCC, 2006)

VF: Volumen de fuste (m³)

BF: Biomasa de fuste (t)

S: Superficie del lote (ha).

BUF: Biomasa unitaria de fuste (t/ha)

FEB: Factor de expansión de la biomasa (s/u)

BA: Biomasa aérea (t)

BT: Biomasa total (t)

C: Contenido de carbono en la biomasa (t)

CO₂: Cantidad de dióxido de carbono emitido (t)

RESULTADOS

1. Evaluación de los impactos

a) Impacto por el aumento del nivel medio del mar (NMM)

El análisis cualitativo del aumento del NMM obtuvo los resultados presentados en las Figs. 9 y 10. De cumplirse los escenarios empleados, la mayor parte de la superficie y existencias de madera hoy existentes en los lotes costeros de las unidades silvícolas Martí y Matanzas quedarán cubiertos por el mar a lo largo del presente siglo y los bosques costeros; si son capaces de adaptarse a la velocidad de ocurrencia de la penetración del mar, presentarán a fines del siglo una distribución espacial muy diferente a la actual y probablemente una composición de especies también distinta.

En términos cuantitativos, al término del siglo XXI el aumento esperable del NMM representará para la EFI Matanzas la pérdida por inundación de una superficie estimada en 9945,91 ha de su patrimonio actual (equivalente al 15,02 % del total), y con ello también la muerte de los bosques en ella existentes, equivalentes a la pérdida de 405 281,3 m³ de madera (16,62 % de las existencias totales a fines de 2013), mayormente en áreas categorizadas como protectoras del litoral.

La composición de la superficie que cubriría el mar comprende 6690,94 ha de bosques naturales (67,27 % del total que se perderá), 7,29 ha de bosques artificiales (0,07 %) y 3247,68 ha de áreas inforestales (32,65 %).

Los detalles de los impactos esperables por unidad silvícola y lote en términos de superficie y volumen de madera en pie se presentan en la Tabla 1.

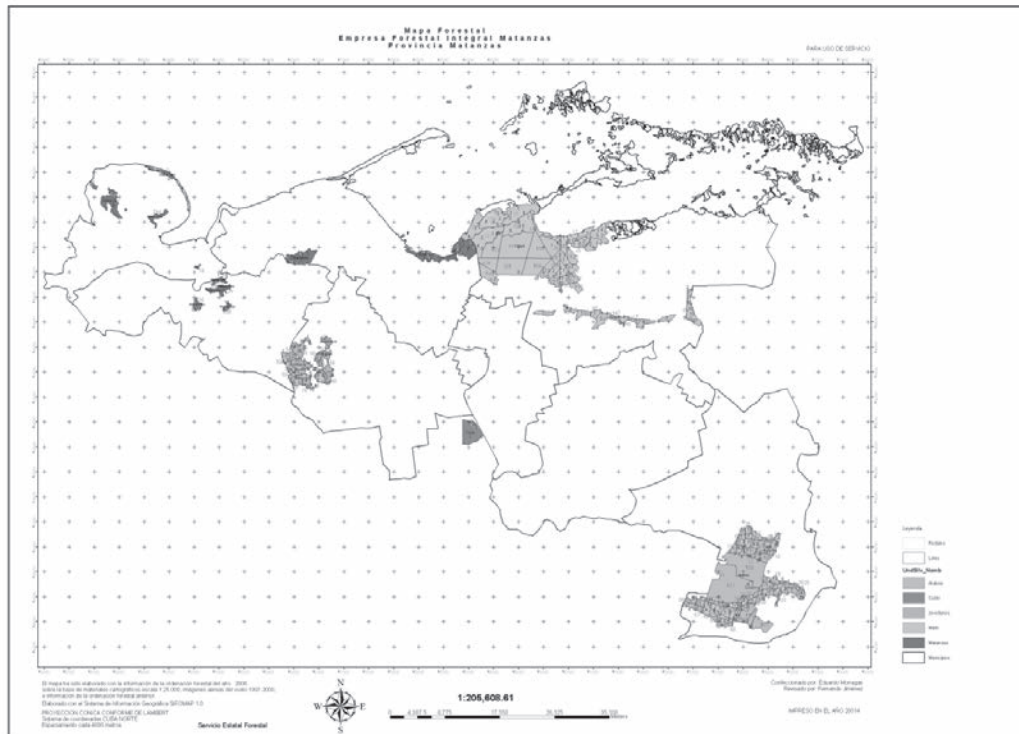


Figura 9. Distribución de las unidades silvícolas de la EFI Matanzas.

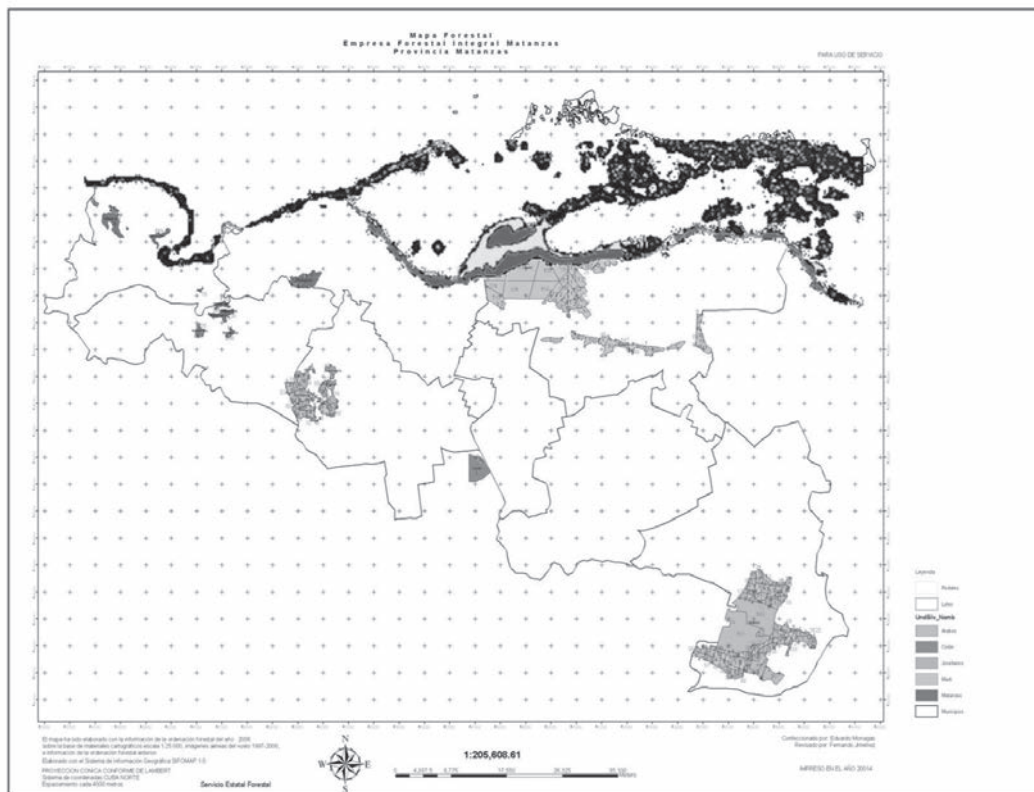


Figura 10. Impacto del aumento del NMM en 2050 (negro) y en 2100 (gris).

En términos económicos, el valor de la madera existente en las áreas que serían afectadas por el aumento del NMM varía en dependencia de la especie y del objetivo final de uso; sin embargo, considerando como objetivo final la producción de leña, que es un uso aplicable a todas las

especies y que cuenta con el más bajo precio de comercialización de todos los surtidos maderables (18,00 CUP/m³ estereo; 1 m³ estereo = 0,42 m³ sólido)¹, las afectaciones económicas esperables en el patrimonio que administra la empresa superarían los 17,37 millones CUP.

Tabla 1. Impactos esperables a fines del siglo XXI como consecuencia del aumento medio del nivel del mar

Unidad silvícola	Lote	Composición de la superficie (ha)					Volumen (m ³ x 10 ¹)	Carbono biomasa (t x 10 ³)	Form. Princ.
		Total	Bosque natural	Bosque artificial	Deforest.	Inforest.			
Martí	2	735,95	735,95				5287,99	73,28	Manglar
	10	963,64	952,71			10,93	4892,36	67,80	Manglar
	11	998,01	739,63			258,38	3856,31	53,44	Manglar
	12	1139,05	610,10			528,95	3149,17	43,64	Manglar
	13	1145,60	762,80			382,80	3501,33	48,52	Manglar
	14	188,81	183,90			4,91	903,71	12,52	Manglar
	15	188,12	188,12				972,99	13,48	Manglar
	18	282,97	282,97				2555,46	34,57	Manglar
	19	569,08	558,60			10,48	4304,96	59,66	Manglar
	16	157,46	15,08	7,29		135,09	114,00	1,52	Manglar
	25	73,96	62,31			11,65	661,02	8,24	Manglar
	26	93,67	93,67				932,09	12,01	Manglar
	27	119,86	119,86				1008,84	13,98	Manglar
	53	816,01				816,01			
	54	614,54				614,54			
	56	326,27				326,27			
	Subtotal	8413,01	5305,71	7,29	0,00	3100,01	32 140,22	442,69	
Matanzas	24	238,48	238,48				1171,891	16,24	Manglar
	25	241,32	231,92			9,40	1447,18	20,06	Manglar
	26	355,49	217,22			138,27	1075,41	14,90	Manglar
	27	548,20	548,20				3819,40	52,93	Manglar
	28	149,41	149,41				874,02	12,11	Manglar
	Subtotal	1532,90	1385,23	0,00	0,00	147,67	8387,91	116,25	
TOTAL		9945,91	6690,94	7,29	0,00	3247,68	40 528,13	558,93	

Además, en adición a las pérdidas materiales y económicas antes señaladas, se producirá una paulatina descomposición de toda la biomasa que compone esos recursos forestales, con la consiguiente emisión de unos dos millones de toneladas de CO₂.

b) Impacto por el aumento de la intrusión salina en los acuíferos subterráneos

Toda la costa norte de Matanzas está afectada por la intrusión salina actual, y muy especialmente el municipio de Martí (Figs. 11 y 12).

¹ Grupo Empresarial Agricultura de Montaña, Dirección de Industrias. Abril de 2014.

Tomando en consideración lo que muestra la Fig. 12, ya en la actualidad casi todos los lotes de la unidad silvícola Martí (exceptuando los lotes 37 al 39, 41 al 51 y el 60), más los lotes

24 al 28 de la unidad silvícola Matanzas, se encuentran en áreas donde la intrusión salina en los acuíferos subterráneos alcanza o supera el límite de $1 \text{ g} \cdot \text{L}^{-1}$ de sales.

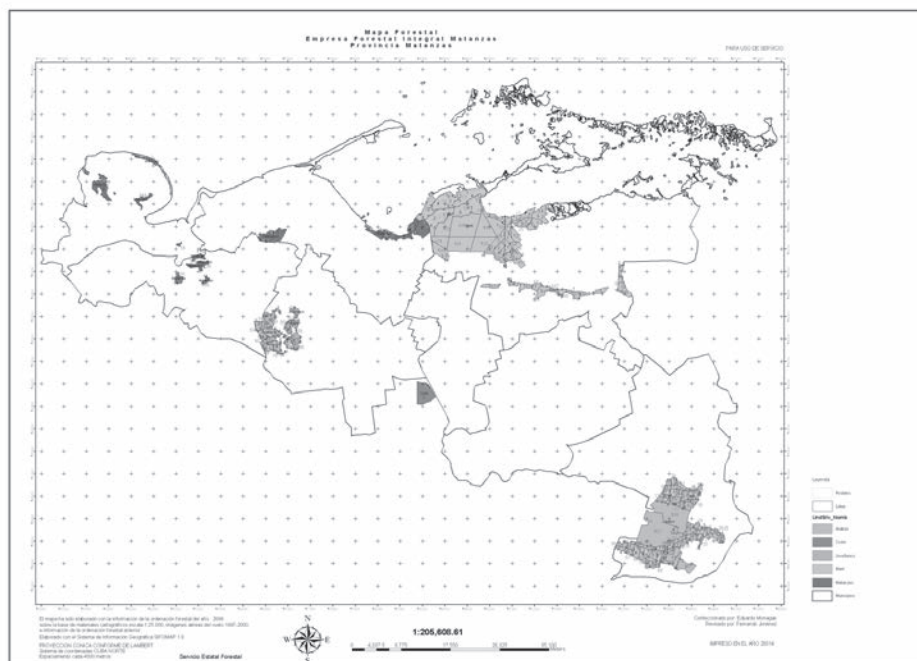


Figura 11. Distribución de las unidades silvícolas de la EFI Matanzas.

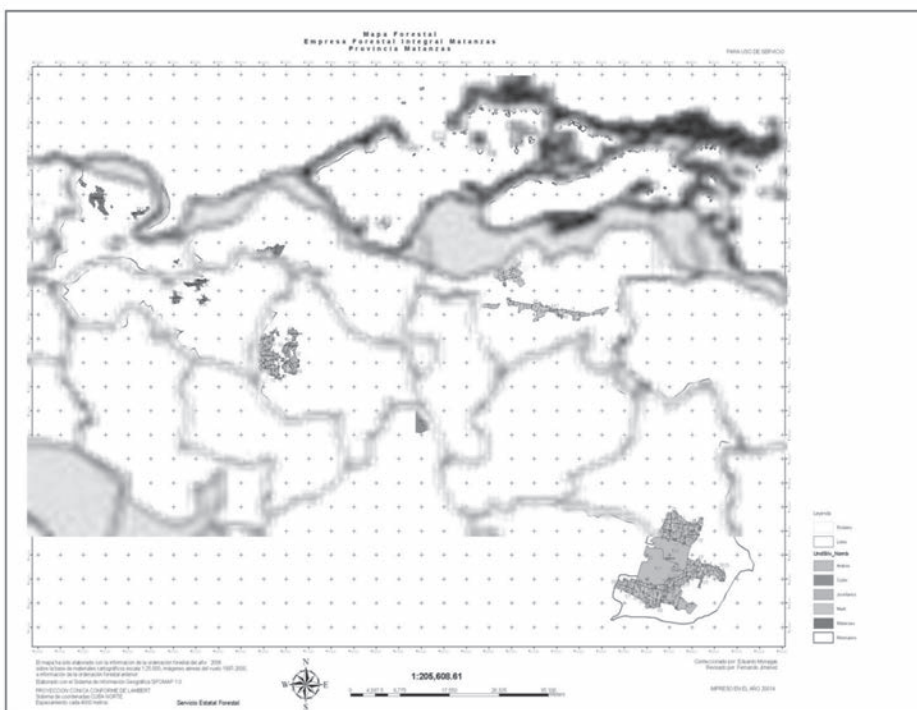


Figura 12. Penetración horizontal actual de la intrusión salina en la costa norte de la provincia de Matanzas.

Por tal motivo, el aumento futuro del NMM producirá un progresivo incremento de la intrusión salina actual en los acuíferos subterráneos, tanto horizontalmente, con un avance de hasta 5 km en profundidad (INRH, 2011) que afectará entonces a parte de los lotes hoy exentos de la unidad silvícola Martí (37 al 39 y 41), como verticalmente, con una elevación de la concentración de sales en las zonas donde está situado el patrimonio forestal costero de la empresa.

En el patrimonio de la unidad silvícola Martí que se verá afectada por el avance de la intrusión salina hoy están reportadas 772,72 ha de bosques semicaducifolios (62 % de ellos sobre

suelos calizos y el resto de mal drenaje) con 55 048,1 m³ de madera (Tabla 2), cuya composición de especies no es común que esté adaptada a enfrentar altos tenores salinos en las aguas subterráneas, por lo que cabría esperar que junto con la pérdida de territorio que origine el aumento del nivel del mar, en una parte considerable de esa unidad silvícola ocurra un cambio en la composición de especies de los lotes como consecuencia, por una parte, de la migración de los manglares tierra adentro, y por otra parte por la pérdida de las especies menos adaptadas a la salinidad en las formaciones semicaducifolias.

Tabla 2. Lotes que se verán afectados como consecuencia del aumento de la intrusión salina en los acuíferos subterráneos

Unidad silvícola	Lote	Composición de la superficie (ha)			Volumen (m ³ x 10 ⁻¹)	Formación principal
		Total	Bosque natural	Bosque artificial		
Martí	10	224,09	224,09		1345,88	Semicaducifolio sobre suelos calizos
	11	217,52	217,52		992,54	Semicaducifolio sobre suelos calizos
	13	23,72	23,72		142,49	Semicaducifolio sobre suelos calizos
	16	14,58		14,58	75,05	Semicaducifolio sobre suelos calizos
	37	206,26	166,22	40,04	1888,06	Semicaducifolio sobre suelos mal drenados
	40	86,54		86,54	1060,79	Semicaducifolio sobre suelos mal drenados
TOTAL		772,72	631,55	141,16	5504,81	

2) Estrategia de adaptación

A partir de la evaluación de los impactos realizada a la EFI Matanzas, la estrategia de adaptación propuesta incluye acciones destinadas a disminuir los efectos negativos de dos componentes asociados al cambio climático: aumento del nivel del mar y aumento de la intrusión salina en los acuíferos subterráneos.

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 provincia de Matanzas registraba al término de 2010 un total de 298,8 ha de Áreas Protectoras del Litoral pendientes de reforestar, de las que 40,7 ha (13,6 %) pertenecían al patrimonio administrado por la empresa, mayoritariamente en el municipio de Martí (36,8 ha) (Direc. Forestal, 2011).

En correspondencia con lo antes expuesto, la primera acción de adaptación que se propone a la empresa es acometer la reforestación de esas 40,7 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.

La segunda acción de adaptación que se propone a la empresa es mantener la suspensión del aprovechamiento de los recursos maderables en los manglares, según la moratoria establecida por la Dirección Forestal del MINAG.

El empeño por mantener al máximo la protección de las costas contra el aumento del nivel del mar, la erosión costera y la intrusión salina mediante bosques costeros ubicados en zonas inundadas y que no se aprovechen (además de los manglares), genera a su vez una contradicción con las pérdidas económicas de las que la empresa será objeto como resultado de la no utilización de los recursos maderables que estén en las áreas que queden inundadas.

En esas áreas las emisiones netas de gases de efecto invernadero serán prácticamente inevitables, se aprovechen o no los recursos maderables existentes en ellas, ya que por una parte esas áreas nunca podrán volver a ser reforestadas por quedar bajo el mar, y por otra, la reforestación de áreas posteriores a ellas tierra adentro significaría una conversión de áreas agropecuarias en áreas forestales, con la consiguiente disminución de la producción de alimentos, decisión que está fuera del alcance de la empresa.

Entonces, el no aprovechamiento de los bosques costeros que paulatinamente vayan muriendo debido al aumento progresivo del mar, en aras de proteger la costa contra la erosión marina y para atenuar el aumento de la intrusión salina en los acuíferos subterráneos y velar por la calidad y disponibilidad de las aguas subterráneas, constituiría en realidad una medida de adaptación de la empresa a favor del sector agropecuario ubicado detrás de su patrimonio costero, así como de la producción de alimentos a él asociada, con un costo mínimo superior a los 17 millones de pesos.

En buena ley, esta segunda medida de adaptación constituiría un servicio ambiental de los bosques costeros de la empresa a favor de la seguridad alimentaria de la provincia, y el sector beneficiado por ella debería retribuir financieramente a la empresa por su costo de implementación; sin embargo, hasta la fecha no existe ningún instrumento legal que reconozca la prestación de los servicios ambientales por los bosques, ni las formas y responsables de retribuirlos.

A su vez, la acción anterior demandará 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, lo que en su conjunto constituye la tercera acción de adaptación propuesta.

Finalmente, la cuarta y última acción de adaptación que se propone a la empresa consiste en la elaboración de su Programa de Enfrentamiento al Cambio Climático, documento en el que se incluirían como premisas:

- El informe sobre su balance de emisiones y alternativas de mitigación.
- El presente informe sobre impactos y adaptación.

Mientras que como acciones de enfrentamiento, se incluirían las formas y cronogramas de implementación que utilizará con cada acción de mitigación y adaptación que lleve adelante. Para la implementación de esta medida la empresa puede apoyarse en la experiencia acumulada en tal sentido por el Equipo de Cambio Climático del Instituto de Investigaciones Agro-Forestales.

CONCLUSIONES

- La evaluación realizada a la Empresa Forestal Integral Matanzas ha demostrado que presenta diversas vulnerabilidades a los impactos derivados del cambio climático, los que, para ser apropiadamente enfrentados, demandan la implementación de una estrategia de adaptación que permita en unos casos disminuir la magnitud de los impactos, en otros dilatarlos en tiempo y en otros combinarlos. Sin embargo, el aspecto más relevante que deriva del análisis es la conveniencia que la entidad asuma una posición proactiva ante esos impactos ambientales que le permita prepararse para, aun bajo esas condiciones, continuar cumpliendo la misión social que le fuera asignada por el Estado.

BIBLIOGRAFÍA

- AMA. 2010. Resultados del macroproyecto Peligros y Vulnerabilidad Costera (2050-2010) al término del año 2009. CITMA.
- Álvarez, A.; Mercadet, A. y col. 2011. El Sector Forestal Cubano y el Cambio Climático. La Habana. Instituto de Investigaciones Agro-Forestales. 248 p.
- Dirección Forestal. 2011. Dinámica Forestal 2010. Minag.

- Dirección Forestal. 2012. Mapas de cobertura forestal del país. Minag.
- IPCC. 2001. Special Report on Emissions Scenarios. IPCC WGIII. 35 p.
- IPCC. 2006. Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories, Prepared by the National Greenhouse Gas Inventories Programme, Eggleston H.S., Buendia L., Miwa K., Ngara T. y Tanabe K. (eds). Publicado por: IGES, Japón. Vol. IV: Agriculture, Forest and Other Land Uses.
- IPCC. 2008. Reporte Especial sobre las Vulnerabilidades de los Pequeños Estados Insulares. IPCC WGII. 80 p.
- INRH. 2011. Penetración actual de la intrusión salina en los acuíferos subterráneos cubanos. Dirección de Cuencas Hidrográficas.
- INRH. 2012. Boletín Hidrológico enero-diciembre. Dirección de Cuencas Hidrográficas. Lluvias mensuales y acumuladas de los municipios de Matanzas para el período 1970-2010.
- INRH. 2012a. Informe por provincias de los cuerpos de agua. Dirección de Cuencas Hidrográficas.
- INSMET. 2010. Base de datos meteorológicos para el período 1980-2008. Estaciones de Unión de Reyes, Perico, Jovellanos, Jagüey Grande y Colón.
- Instituto de Suelos. 1980. Segunda Clasificación de los Suelos de Cuba. La Habana. Editorial Revolución. 28 p.
- Jiménez, F. 2012. Distribución de los lotes costeros de la EFI Matanzas. GEAM. Dpto. Ordenación Forestal.
- Limia, M.; Vega, R., Pérez, R. 2007. Variación espacio-temporal de la probabilidad de la afectación de huracanes a Cuba. Valoración del peligro. IV Congreso Cubano de Meteorología. Ciudad de La Habana. Capitolio Nacional. 4-8 diciembre.
- Mercadet, A.; Álvarez, A. 2009. Metodología para establecer la línea base de retención de carbono en las Empresas Forestales Integrales de Cuba. En: Ortega, F., L. Fernández y A. Volpedo. Efecto de los cambios globales sobre el ciclo del carbono. RED CYTED 406RT0285. Efecto de los cambios globales sobre los humedales de Iberoamérica. p. 107-118.
- Planos, E. y col. 2012. Impactos del cambio climático y medidas de adaptación en Cuba. La Habana. INSMET. 426 p.
- República de Cuba. 2015. Segunda Comunicación Nacional a la Convención Marco de Naciones Unidas sobre Cambio Climático. La Habana. CITMA. 228 p.
- 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

Autora principal: Osiris Ortiz Álvarez

Ingeniera Forestal y Doctora en Ciencias Ecológicas, formó parte de los equipos de Genética Forestal y de Cambio Climático del Instituto de Investigaciones Agro-Forestales, desarrollando investigaciones sobre la adaptación y selección de procedencias, así como evaluaciones de mitigación y de impacto/adaptación en diversas empresas forestales del país. Participó en eventos nacionales e internacionales presentando resultados en ambas disciplinas. Falleció en febrero de 2015.