

IMPACTOS ASOCIADOS AL CAMBIO CLIMÁTICO EN EL PATRIMONIO FORESTAL DE LA EMPRESA AGROFORESTAL MAYARÍ

IMPACTS ASSOCIATED TO THE CLIMATIC CHANGE IN THE FORESTRY PATRIMONY OF THE ENTERPRISE AGROFORESTRY MAYARI

DRA. ARLETY AJETE-HERNÁNDEZ¹, DRA. ALICIA MERCADET-PORTILLO², DR. ARNALDO ÁLVAREZ-BRITO², TÈC. EIDER SUÁREZ-RAMOS¹ E ING. FERNANDO JIMÉNEZ-GUTIÉRREZ³

¹ Instituto de Investigaciones Agro-Forestales. Estación Experimental Agro-Forestal Baracoa. Paso de Cuba, Baracoa, Guantánamo, Cuba, eefbaracoa@forestales.co.cu

² Instituto de Investigaciones Agro-Forestales. UCTB de Investigación e Innovación Tecnológica. Calle 174 no.1723 e/ 17B y 17C, Siboney, Playa, La Habana, Cuba

³ Dirección Forestal Nacional. Ave. Rancho Boyeros, esq. a Conill, Plaza de la Revolución, La Habana, Cuba

RESUMEN

Como parte de las tareas previstas en el Proyecto 1008 Tercera Comunicación Nacional de Cambio Climático: Sector Forestal, el patrimonio costero de la Empresa Agroforestal Mayarí ha sido sujeto a una evaluación de los posibles impactos esperables. Los resultados muestran que las mayores afectaciones estarán presentes en las unidades silvícolas Guaro y Cabonico, con cambios en la composición de especies de su área forestal por el aumento de la intrusión salina, y que esos mismos impactos producirán la pérdida de condiciones agroproductivas de los suelos, pudiendo originar el cambio de uso de la tierra en esas áreas, y aquellas áreas agrícolas situadas más tierra adentro probablemente tendrán que variar su esquema habitual de cultivos por otras más tolerantes a los tenores salinos existentes. En respuesta a esos impactos se le han propuesto a la empresa medidas de adaptación que contribuyen con la preparación del Programa de Enfrentamiento al Cambio Climático.

Palabras claves: *impacto, cambio climático, bosques, nivel medio del mar, intrusión salina.*

INTRODUCCIÓN

Tomando en consideración que las recientes publicaciones señalan que el cambio climático podría ocurrir con mayor velocidad de lo que se había previsto anteriormente y que se han subestimado algunos de los riesgos relacionados con el mismo (Hansen *et al.*, 2007), parece

ABSTRACT

As part of the tasks envisaged in project 1008 "Third National Communication on Climate change: Forestry Sector", the coastal heritage of the Agroforestry Enterprise Mayarí has been subject to an evaluation of the possible expected impacts. The results show that the greatest effects will be present in the Guaro and Cabonico forestry units, with changes in the species composition of their forest area due to the increase in saline intrusion and that these same impacts will result in the loss of agro-productive conditions of the soil, being able to cause the change of land use in those areas and those agricultural areas located more inland will probably have to vary their usual crop scheme by others more tolerant to the existing salt tenors. In response to these impacts, the company has proposed adaptation measures that contribute to the preparation of the Climate Change Confrontation Program.

Key words: *impact, climatic change, forests, half level of the sea, saline intrusion.*

apremiante la necesidad de profundizar en los estudios sobre los diversos efectos del cambio climático, y sobre todo se necesitan plantear medidas urgentes de adaptación para atajar el problema basándonos en el "principio preventivo o precautorio" (CMNUCC, 1992).

The World Bank (2012) revela que el efecto más notable del aumento de la temperatura global para los pequeños estados insulares lo constituye el aumento del nivel medio del mar (NMM), que se estima tendrá serias implicaciones, y según Citma (2011), en el caso de Cuba, este fenómeno, si no el único, es la principal amenaza del cambio climático, y hasta el momento implica la disminución gradual de la superficie emergida en zonas bajas en 2,31 % para 2050 y 5,44 % a fines del siglo.

De igual forma la posible tendencia del incremento del nivel medio del mar traería como consecuencia una reducción del bosque salado, a la vez que sería de esperar un incremento en la salinidad de la zona costera, con la consecuente reducción de la productividad y la pérdida de importantes hábitats para algunas de sus especies marinas y terrestres (Monterrosa de Tobar, 1998).

En 2008 el Consejo de Ministros de Cuba aprueba los resultados del macroproyecto ejecutado por Citma sobre el aumento del NMM, y a su vez acuerda que cada organismo de la administración central del Estado (OACE) debe acometer la preparación de su correspondiente Programa de Enfrentamiento al Cambio Climático (PECC), en el que las medidas de adaptación a este impacto deben estar incluidas (Citma, 2011).

Precisamente el impacto del aumento del NMM ha sido el más estudiado en el sector forestal cubano, destacándose los resultados de Álvarez *et al.* (2011), Ortiz *et al.* (2008), Caballero (2010), Álvarez y Álvarez (2011), Ajete (2014). En todos los casos se hace alusión a la pérdida

de la totalidad de las áreas presumiblemente inundadas en cada escenario.

Por lo anteriormente expuesto, en este estudio nos proponemos analizar los impactos del cambio climático asociados al sector forestal en la Empresa Agroforestal (EAF) Mayarí y la propuesta de medidas de adaptación, abordando el problema con una mayor profundidad, analizando no solo las áreas afectadas por el aumento del nivel medio del mar, sino que también se incluye la evaluación de la intrusión salina y la surgencia por huracanes categoría 5, con lo que se pretende contribuir al cumplimiento de los compromisos contraídos por Cuba ante el Convenio Marco de las Naciones Unidas para el Cambio Climático (CMNUCC), así como a la preparación de la Tercera Comunicación Nacional de Cuba a la CMNUCC; al cumplimiento de la Estrategia Ambiental Nacional y a la del Minag, a la formulación e implementación del Programa Forestal de Enfrentamiento al Cambio Climático y al cumplimiento del Programa Forestal 2012-2020.

MATERIALES Y MÉTODOS

La EAF Mayarí está ubicada al noroeste de la provincia de Holguín, perteneciente a la región oriental de Cuba, administrando áreas del patrimonio forestal nacional ubicadas tanto en el litoral norte como sur y en el centro de la provincia. Abarca los municipios de Cueto y Mayarí. Limita al norte con las Bahías de Nipe y Levisa, al este con el municipio de Frank País, al sur con la provincia de Santiago de Cuba y al oeste con los municipios de Antilla, Báguanos y Urbano Noris (*Fig. 1*).



Figura 1. Ubicación de la EAF Mayarí.

La empresa, al término de 2004, con un patrimonio de 66 182,00 ha, tenía la siguiente composición (Departamento Técnico EAF Mayarí, 2014):

- Bosques naturales (38 097,70 ha y 3 392 312,0 m³), con las formaciones Manglar (3 888,20 ha y 212 969,00 m³), Semideciduo sobre suelos ácidos (8 497,40 ha y 637 073,00 m³), semideciduo sobre suelos calizos (8 288,20 ha y 851 060,00 m³) y semideciduo sobre suelos de mal drenaje (79,90 ha y 4 301,00 m³), Pinar (7 694,60 ha y 773 025,00 m³), Charrascal (9 641,50 ha y 913 366,00 m³), Pluvial (7,90 ha y 518,00 m³).
- Tres categorías en bosques naturales: Productor (12 658,30 ha y 1 279 613 m³),

Protector de Agua y Suelo (20 830,10 ha y 1 855 884,00 m³) Protector del Litoral (4 609,30 ha y 256 815,00 m³).

- Las plantaciones establecidas (10 324,00 ha y 963 273,00 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, así como de la surgencia por huracanes categoría 5, comprendió el norte de los municipios de Guaro y Cabonico (*Fig. 2*), ya que ocupan el patrimonio costero de la empresa (Jiménez, 2012). La información detallada de los lotes del patrimonio forestal fue facilitada por la empresa (Departamento Técnico EAF Mayarí, 2014).



Figura 2. Representación de la distribución de las áreas forestales costeras de la EAF Mayarí.

El análisis de los impactos esperables por el aumento del NMM se realizó a partir del escenario de emisiones A1C (IPCC, 2001), para una sensibilidad climática alta (4,2 °C), con las proyecciones de aumento del NMM para Cuba en 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 en el Macroproyecto (AMA, 2010) (*Fig. 3*), seleccionándose el valor de penetración del mar de 85 cm por ser el escenario de mayor impacto. 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 Instituto Nacional de Recursos Hidráulicos (INRH, 2011), al señalar que los escenarios de variación de la penetración actual indicaban avances de 3 y 5 km para 2050 y 2100, respectivamente (*Fig. 4*).

El estudio de peligro de inundación costera por surgencia se realizó a partir de los sectores de riesgo por surgencia (*Fig. 5*) y de los ciclones tropicales que impactan en general con mayor intensidad (Categoría 5) para 2100 (*Fig. 6*).

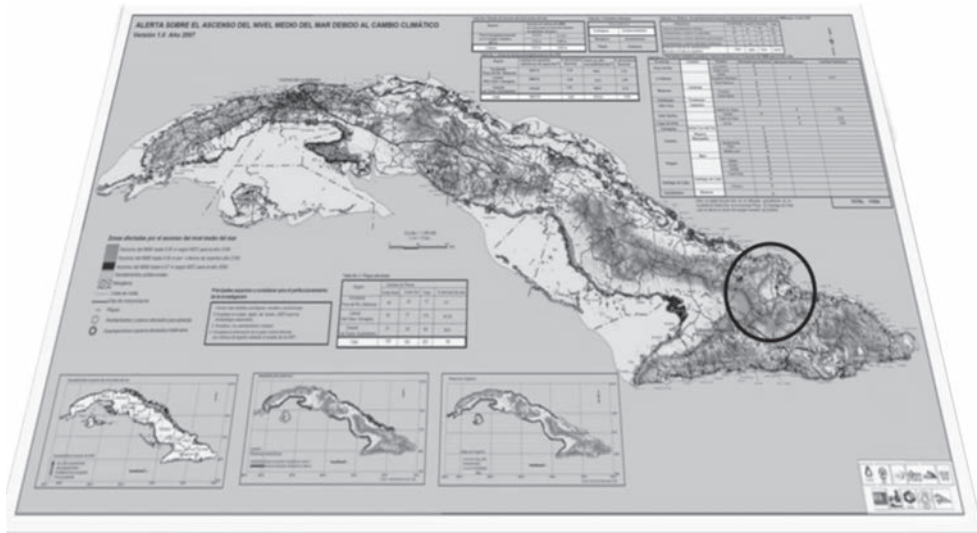


Figura 3. Mapa de afectaciones por el ascenso del nivel medio del mar en 2100 para 85 cm. Inundaciones costeras debidas al ascenso del nivel del mar (AMA, 2010).



Figura 4. Penetración actual de la intrusión salina en los acuíferos subterráneos (INRH, 2011).



Figura 5. Sectores de riesgo de surgencia por huracán.

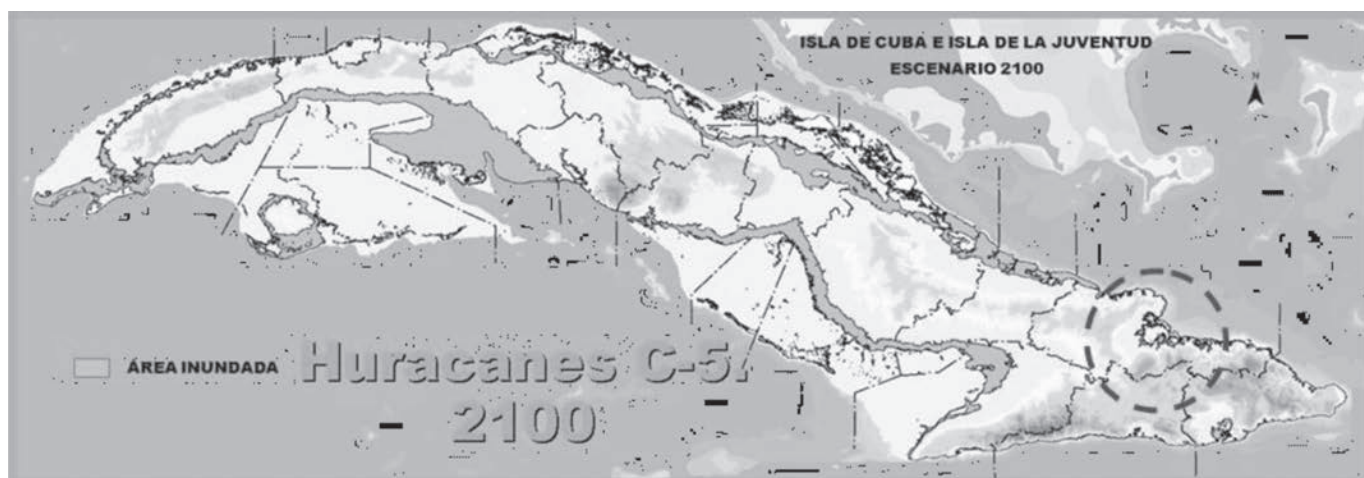


Figura 6. Área inundada por el paso de huracanes Categoría 5 (2100).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

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

El análisis cualitativo del aumento del NMM obtuvo los resultados presentados en la Fig. 7.

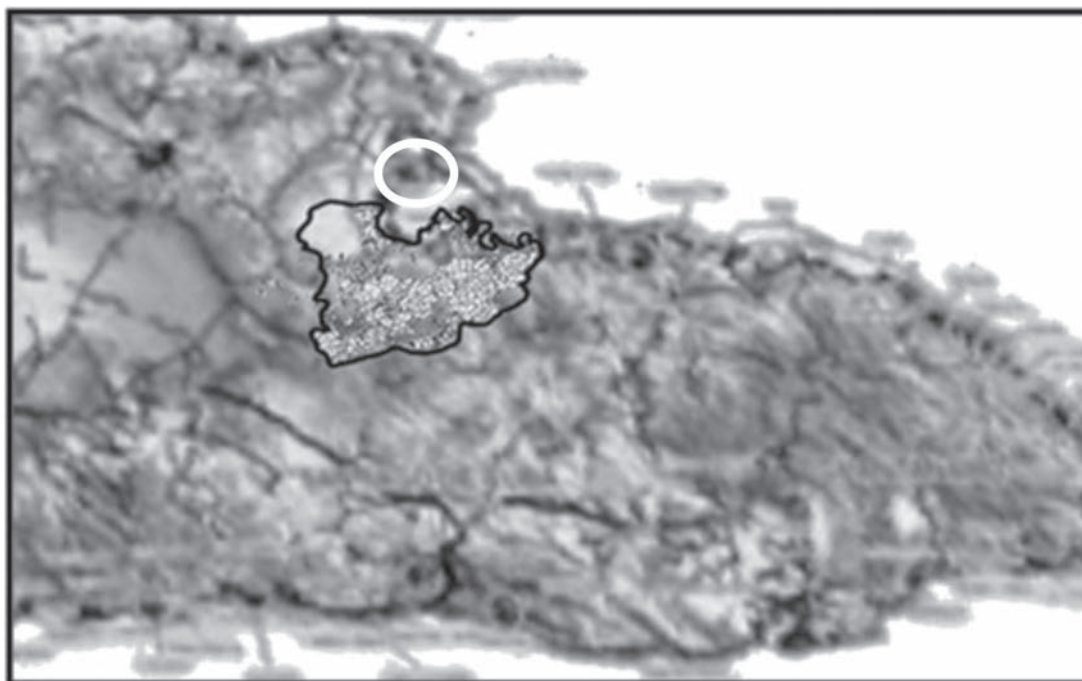


Figura 7. Penetración del mar estimada.

Tabla 1. Lotes que se afectarán por concepto de intrusión salina

Afectaciones futuras									
Unidades de manejo	Total		Parcial		Unidades de manejo	Total		Parcial	
	Lote	Área (ha)	Lote	Área (ha)		Lote	Área (ha)	Lote	Área (ha)
Guaro	1	280,6	14	20,7	Cabonico	1	1405,9	10	89,4
	2	799,7				2	238,6	13	161,8
	3	200,7				3	182,6	17	162,2
	4	745,6				4	129,8	18	136,1
	5	74,3				5	180,8	19	118,2
	6	458,8				6	263,4	20	92,1
	7	115,9				7	363,2	21	160,4
	11	203,7				8	135,3		
						9	139,3		
						11	64,9		
Subtotal		2 879,2		20,7	Subtotal		3 103,8		920,2
Total general		6 923,8							

En ese patrimonio las áreas categorizadas como Protectoras del Litoral suelen estar compuestas por especies adaptadas a los altos tenores salinos del agua tanto superficial como subterránea, como es el caso de *Laguncularia racemosa* (L.) Gaertn. (patabán), *Buchenavia tetraphylla* (Aubl.) How. (júcaro amarillo) y *Rhizophora mangle* L. (mangle rojo), según Menéndez *et al.* (2006), señaladas como especies principales de la mayoría de los lotes Protectoras del Litoral en las zonas consideradas. Las áreas categorizadas como Protectoras de Agua y Suelos están compuestas por especies como *Casuarina equisetifolia* L. (casuarina), *Buchenavia capitata* (Vahl.) Eichl. (júcaro), *Avicennia germinans* (mangle prieto) y en algunas sitios por *Pinus cubensis* Sarg. ex Griseb. (pino de Mayarí), mientras que las áreas categorizadas como productoras generalmente están compuestas por otras especies como *Pinus cubensis* Sarg. ex Griseb, *Casuari-*

na equisetifolia L., que pueden o no presentar tolerancia a los altos tenores salinos, y un aumento futuro de los mismos pudiera dar lugar a una paulatina modificación de la composición de especies en estas áreas, cambiando así su actual valor productivo.

Son los bosques protectores del litoral costero considerados como 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, y en la medida en que aumente la reforestación de sus áreas, mayor será la disminución de estos impactos.

La EAF Mayarí registraba al término de 2004 un total de 4 609,30 ha de áreas Protectoras del Litoral pendientes de reforestar, de las que 319,1 ha (6,9 %) están concentradas en la

unidad silvícola Guaro y 687,4 ha (14,91 %) en Cabonico, para un total de 1 006,5 ha, área que debe ser reforestada 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.

Hay que poner interés en estas áreas, pues si se pierde gran cantidad de bosques costeros la cuña salina penetrará tierra adentro afectándose tanto estas especies forestales como del sector agrícola, teniendo consecuencias desfa-

vorables tanto desde el punto de vista económico como ambiental, ya que el problema mayor se presentaría en las otras formaciones que le suceden o áreas agrícolas contiguas al límite actual de los manglares, donde la inundación y la intrusión salina provocarían su pérdida o bajos niveles productivos.

Peligro de inundación costera por surgencia

El análisis cualitativo de las áreas afectadas por la surgencia de huracanes categoría 5 obtuvo los resultados presentados en la Fig. 9.



Figura 9. Impactos esperables de la surgencia de huracanes categoría 5 (Escenario 2100).

En la Tabla 2 se resumen las afectaciones de las áreas forestales costeras de la EAF Mayarí que se afectarán por concepto de surgencia de huracanes categoría 5, que ascienden a un total a 4294,02 ha hacia 2100, con las mayores afectaciones según presencia para las especies *Laguncularia racemosa* (L.) Gaertn. (patabán) y

Rhizophora mangle L. (mangle rojo), lo que hace que sea la formación de manglar la más afectada por este impacto debido a que son estas las especies más abundantes de forma general en los manglares cubanos (Menéndez *et al.*, 2006). Las afectaciones previstas representan un 6,49 % del patrimonio de la EAF Mayarí.

Tabla 2. Lotes que se afectarán por concepto de surgencia de huracanes categoría 5 (Escenario 2100)

Afectaciones futuras									
Unidades de manejo	Total		Parcial		Unidades de manejo	Total		Parcial	
	Lote	Área (ha)	Lote	Área (ha)		Lote	Área (ha)	Lote	Área (ha)
Guaro	1	280,6	4	149,12	Cabonico	1	1405,9	8	67,5
	2	799,7				2	238,6	9	69,7
	3	200,7				3	182,6		
	7	115,9				4	129,8		
						5	180,8		
						11	64,90		
						18	408,20		
Subtotal		1396,9		149,12	Subtotal		2610,8		137,2
Total general		4294,02							

De cumplirse los escenarios empleados, la mayor parte de la superficie de los lotes costeros de la empresa hoy existentes quedarán expuestos a la intrusión salina y la surgencia por huracanes de categoría 5 a lo largo del presente siglo, y es muy probable que la EAF Mayarí presente cambios en la composición de especies de su área forestal por el aumento de la intrusión salina, sumado a ello que esos mismos impactos producirán la pérdida de condiciones agroproductivas para la agricultura, pudiendo originar el cambio de uso de la tierra en esas áreas, que en algún momento tendrán que ser destinadas a la actividad forestal y que deberán ser reforestadas con especies que soporten altos tenores de salinidad, y aquellas áreas agrícolas situadas más tierra adentro probablemente tendrán que variar su esquema habitual de cultivos por otras más tolerantes a los tenores salinos existentes.

Propuesta de medidas de adaptación para la zona costera de la EAF Mayarí

En las unidades silvícolas y áreas de manglares que van a ser afectadas por cualquiera de los impactos evaluados, y teniendo en cuenta que la empresa cuenta con gran cantidad de bosques productores y protectores que constituyen la única barrera física terrestre que protege a esos territorios contra los efectos del aumento del nivel del mar, incluyendo la pérdida de territorio, la erosión costera y la intrusión salina de los acuíferos, se proponen en primera instancia medidas de adaptación a saber:

- 1) La suspensión de toda actividad de aprovechamiento económico en esos bosques con énfasis en los manglares, según la moratoria establecida por la Dirección Forestal del Minag.
- 2) La creación de un sistema de monitoreo permanente y de alerta temprana del comportamiento de la marea y del estado de los bosques, incluyendo las modificaciones que de ello puedan derivarse en el Proyecto de Ordenación Forestal de la empresa, y solo cuando sea evidente e inminente por los impactos evaluados la pérdida de recursos forestales en esos territorios, debe procederse a su aprovechamiento.
- 3) Acometer la reforestación de 1006,5 ha de los bosques Protectores del Litoral que se reportan como pendientes de reforestar 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.
- 4) Que la EAF Mayarí 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.
- 5) Diseñar e implementar acciones para concientizar y mejorar la capacidad de acción

frente al tema del cambio climático mediante actividades en la educación formal e informal a todos los niveles, capacitación a funcionarios, tomadores de decisiones, comunidades, centros educativos y a la sociedad en general.

CONCLUSIONES

- La evaluación realizada a la EAF Mayarí ha demostrado que presenta diversas vulnerabilidades a los impactos derivados del cambio climático los que, para ser apropiadamente enfrentados, demandan la implementación de medidas de adaptación que permitan disminuir la magnitud de los impactos, lo que debe ser considerado en el Programa de Enfrentamiento al Cambio Climático.
- Los resultados alcanzados en este estudio de caso demuestran que hay que poner particular interés en las evaluaciones cuantitativas y cualitativas como resultado de los impactos que el cambio climático ejercerá de manera negativa en los ecosistemas costeros.

BIBLIOGRAFÍA

- Ajete, A. 2014. Medidas para la adaptación y mitigación del cambio climático en el patrimonio forestal de la Empresa Forestal Integral Baracoa. Cuba. 99 h. Tesis (en opción al grado científico de Doctor en Ciencias Forestales). Universidad de Pinar del Río, Cuba.
- Álvarez, A., Jiménez, F., Mercadet, A. 2011. Impacto del aumento del nivel del mar en los bosques del sur de La Habana. V Congreso Forestal Internacional (Palacio de las Convenciones, 25-29 abril: La Habana) Cuba.
- Álvarez, Y., Álvarez, A. 2011. Consecuencias del aumento del nivel del mar por el cambio climático en el Delta del Cauto. V Congreso Forestal Internacional (Palacio de las Convenciones, 25-29 abril: La Habana) Cuba.
- AMA (Agencia de Medio Ambiente). 2010. Resultados del Macro proyecto Peligros y Vulnerabilidad Costera (2050-2010) al término del año 2009. CITMA.
- CITMA (Ministerio de Ciencia, Tecnología y Medio Ambiente). 2011. Macroproyecto sobre peligros y vulnerabilidad costera (2050-2100). Resultados generales. Directrices y plan de acción del macroproyecto. La Habana, Cuba (inédito).
- CMNUCC (Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático). 1992. Artículo 3: principios. p. 4-5 [en línea]. Disponible en: <http://unfccc.int/resource/docs/convkp/convsp.pdf> [Consulta: 22 de octubre 2013].
- Departamento Técnico EFI Mayarí. 2014. Comunicación personal.
- Hansen, J., et al. 2007. Climate change and trace gases. *Philosophical Transactions of the Royal Society A*. 365:1925-1954.
- INRH (Instituto Nacional de Recursos Hidráulicos). 2012. Mapas de las cuencas hídricas superficiales y subterráneas del país. Versión digital.
- IPCC. 2001. Special Report on Emissions Scenarios. IPCC WGIII. 35 p.
- Jiménez, F. 2012. Distribución de los lotes costeros de la EFI Mayarí. GEAM. Dpto. Ordenación Forestal.
- Menéndez, L., Guzmán, J.M. 2006. Ecosistemas de manglar en el Archipiélago Cubano. Estudios y experiencias enfocados a su gestión. La Habana. Editorial Academia. 329 p.
- Monterrosa de Tobar, M. 1998. Evaluación de los impactos del cambio climático en el sector agropecuario de la zona costera de El Salvador. Primera Comunicación Nacional de Cambio Climático de El Salvador. 138 p.
- Caballero, L. 2010. Informe técnico final sobre la evaluación de los impactos esperables del cambio climático en la EFI Villa Clara y estrategia de adaptación. Subproyecto 11.69.02 Vulnerabilidad de los bosques naturales cubanos al cambio climático y estrategias de adaptación, Proyecto 11.69 Segunda Comunicación Nacional de Cambio Climático: Subsector Forestal, Instituto de Investigaciones Forestales. La Habana. 20 p.
- Ortiz, O., et al. 2008. Evaluación de impactos y estrategia de adaptación para la Empresa Forestal Integral "Victoria de Girón", provincia Matanzas, Informe de Resultado Subproyecto 11.69.02. Vulnerabilidad de los bosques naturales cubanos al cambio climático y estrategias de adaptación, Proyecto 11.69 Segunda Comunicación Nacional de Cambio Climático: Subsector Forestal, Instituto de Investigaciones Forestales. La Habana. 11 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.
- The World Bank. 2012. Turn Down the Heat: Why a 4°C Warmer World Must be Avoided. The World Bank, 1818 H Street NW, Washington, DC 20433, USA. 84 p.

RESEÑA CURRICULAR

Autor principal: Arlety Ajete Hernández

Ingeniera Forestal, Doctora en Ciencias Forestales, Investigadora Auxiliar, Miembro del Tribunal Permanente para el otorgamiento del grado Técnico Medio Forestal en el Instituto Politécnico de Agronomía Limbano Sánchez, de Baracoa, Guantánamo. Se encuentra vinculada a varios proyectos de investigación-desarrollo, fundamentalmente en los relacionados con el tema de Cambio Climático y el Sector Forestal. Integrante del Grupo de Cambio Climático del Instituto de Investigaciones Agro-Forestales, es autora y coautora de varias publicaciones y ha participado en eventos nacionales e internacionales con resultados relevantes.