

POTENCIAL DEL MECANISMO DE DESARROLLO LIMPIO EN LAS PLANTACIONES FORESTALES DE PANAMÁ

R. Argüello¹, B. Locatelli², G. Navarro³, M. Piedra⁴, Z. Salinas⁵

¹*M.Sc. en Socioeconomía Ambiental, CATIE, Sede Central*

²*Grupo Cambio Global, CATIE, Sede Central*

³*Economista Forestal, Cátedra Latinoamericana de Manejo Diversificado de Bosques Naturales, CATIE, Sede Central*

⁴*Director, Programa de Educación Permanente, Universidad EARTH*

⁵*Grupo Cambio Global, CATIE, Sede Central*

Recibido 9 de mayo 2007. Aceptado 20 de junio 2007.

RESUMEN

Se determinó el potencial para proyectos de plantación forestal bajo el Mecanismo de Desarrollo Limpio (MDL) en Panamá con un enfoque espacial. Se consideró la especie Teca como representativa de las plantaciones forestales de Panamá. La adicionalidad y la elegibilidad de tierras son los dos principios más restrictivos para proyectos de forestación/reforestación bajo el MDL. Se estudiaron la adicionalidad y la elegibilidad de tierras para ubicar las áreas de Panamá con más potencial. El análisis económico de la adicionalidad está compuesto por dos elementos: la no rentabilidad sin el MDL y la rentabilidad con el MDL, y éstos dependen de la calidad de sitio, la distancia al puerto de referencia y del valor de la tierra. En el análisis económico se desarrolló una ecuación general para representar la rentabilidad de las plantaciones por corregimiento a través del criterio de eficiencia económica conocido como Valor Esperado de la Tierra (VET). El VET se compara con el precio de mercado de la tierra con el cual se asume un *Proxy* del VET del mejor uso de la tierra sin considerar especulación. Se utilizaron variables *fuzzy*, para representar la variabilidad de los parámetros y de los resultados. Se concluyó que las áreas con mayor potencial, teniendo en cuenta la adicionalidad y elegibilidad de tierras, se encuentran en las regiones de Veraguas (36 %), Panamá (28 %), Darién (12 %) y Herrera (9 %).

Palabras clave: Adicionalidad económica, elegibilidad de tierras, incentivos fiscales, MDL, plantaciones forestales, potencial, Teca, tierras Kyoto, variables *fuzzy*.

ABSTRACT

We determined the potentiality of the Clean Development Mechanism (CDM) for forest plantation projects in Panama. Additionality and land eligibility are the two most restrictive issues for afforestation/reforestation projects under the CDM. Additionality and land eligibility were evaluated with a spatial approach to locate the areas with more potentiality in Panama. The potentiality of the CDM is composed of two factors: a low profitability without the CDM and a high profitability with the CDM, both depending on soil quality, distance to exportation port, and land value. An economic analysis was applied with a general equation representing the profit value of the plantations by districts. This equation used the Land Expected Value (LEV) as an economic efficiency criterion and compared the LEV with the market land value, assumed to be a proxy of the LEV for the best land use if land speculation is not considered. *Fuzzy* variables were used to represent the variability and ambiguity of the parameters and their values. Teak was selected as the representative species for forest plantations in Panama. Results showed that areas with greater potential of additionality and

¹ Contacto: Raquel Argüello (raquel@catie.ac.cr)

land eligibility were located in the regions of Veraguas (36 %), Panama (28 %), Herrera (9 %) and Darien (12 %).

Key words: Economic additionality, land eligibility, fiscal incentives, CDM, forest plantations, potential, Teak, Kyoto lands, *fuzzy* variables.

INTRODUCCIÓN

El Mecanismo de Desarrollo Limpio (MDL) es un instrumento del Protocolo de Kyoto que permite que un país desarrollado invierta en un proyecto, energético o forestal, en un país en desarrollo y utilice las reducciones o remociones de gases de efecto invernadero² (GEI) del proyecto para cumplir con sus compromisos de reducción (Auckland *et al.*, 2002). El MDL forestal tiene modalidades complejas para su cumplimiento, por sus numerosas reglas y los costos de transacción asociados a las etapas del ciclo de proyecto, como el desarrollo de una metodología de línea base y de monitoreo, el registro, la validación del proyecto y la certificación de las remociones de carbono para su consiguiente venta en el mercado.

En Panamá, la falta de incentivos económicos se ha observado en la dinámica de plantaciones forestales. A principios de 2005, algunos artículos de la ley forestal de Panamá fueron derogados, siendo uno de los más importantes la exención del impuesto a la renta. Ahora, se buscan modelos adecuados que permitan establecer proyectos realizables y redituables para sus inversores y, con esto, acelerar la expansión del área reforestada actualmente.

El MDL forestal presenta un potencial económico pero es necesario elaborar estudios previos para analizar ideas de proyectos que luego puedan ser validados por la Junta Ejecutiva de la Convención Marco de las Naciones Unidas para el Cambio Climático (CMNUCC). Se presentan los dos principios más restrictivos para proyectos de forestación/reforestación bajo el MDL: la elegibilidad de tierras y la adicionalidad.

Elegibilidad de tierras

El MDL forestal admite solamente la forestación y reforestación como únicas actividades de uso de la tierra para el primer periodo de compromiso 2008 - 2012 (UNFCCC, 2002). En el marco del MDL sólo pueden ser reforestadas, dentro de las definiciones de forestación y reforestación, las tierras llamadas tierras Kyoto, que hayan estado sin bosque desde antes del 31 de Diciembre de 1989. Esto implica que las tierras que perdieron sus bosques después de la mencionada fecha o que las tierras en las que ha crecido un bosque después de esa fecha en adelante no podrán ser usadas para actividades de forestación y reforestación bajo el MDL.

Adicionalidad

El proyecto tiene que ser adicional. Para que un proyecto de forestación/reforestación pueda ser considerado adicional tiene que demostrar que no hubiera sido realizado sin el incentivo que representa el MDL. La adicionalidad exige que los proyectos respondan a una iniciativa dentro del MDL y no correspondan a acciones actualmente en curso o a desarrollarse en el futuro por iniciativas particulares o gubernamentales. De llevarse a cabo estas acciones, indicarían que el MDL no se requiere y por tanto, los proyectos no son elegibles como proyectos MDL (CDM, 2005).

² La remoción de GEI se entiende como la absorción de GEI por sumideros o reservorios. En el anexo de la Decisión 19/CP9 se establecen cinco reservorios explícitos de GEI: biomasa superficial (subdividido a su vez en biomasa arbórea y biomasa no arbórea), biomasa subterránea, los detritos, la madera muerta y carbono orgánico del suelo.

En la reunión 21 la Junta Ejecutiva del MDL decidió aprobar el denominado *toolkit* de adicionalidad aplicable a proyectos de forestación y reforestación, en el cual se describen los pasos a seguir para demostrar la adicionalidad de la actividad de proyecto. Según esta herramienta, la adicionalidad se puede demostrar de dos maneras. La primera utiliza un enfoque de barreras y muestra que primero, existen barreras (sociales, culturales, tecnológicas, de inversión, entre otras) a la implementación del proyecto forestal, y segundo que el MDL puede remover estas barreras. La segunda utiliza un enfoque económico. El análisis económico o de inversiones debe mostrar que primero, el proyecto forestal (sin MDL) es menos rentable que las alternativas de uso del suelo, y segundo, que el MDL aumenta la rentabilidad del proyecto hasta volverlo una inversión competitiva respecto a otros usos de la tierra.

La adicionalidad de los proyectos y la elegibilidad de las tierras se presentan como los problemas principales para que estas ideas de proyectos se conviertan en proyectos reales bajo el MDL (CDM, 2005). El objetivo de este estudio fue determinar el potencial del MDL en las plantaciones forestales de Panamá, tomando en cuenta criterios de elegibilidad y adicionalidad económica. Se utilizó a la especie Teca como ejemplo, debido a que representa más del 70 % de las plantaciones forestales de Panamá (ANAM, 2004).

METODOLOGÍA

Enfoque del estudio

Se definió el potencial del MDL teniendo en cuenta la adicionalidad y la elegibilidad de tierras. La elegibilidad de tierras se refiere a seleccionar áreas sin bosque al 31 de Diciembre de 1989. La adicionalidad se refiere a la posibilidad del proyecto de ser menos rentable sin MDL y la posibilidad de ser más rentable con el MDL, es decir, el valor calculado es mayor o igual al precio de la tierra. El Departamento de Geomática de la Autoridad Nacional del Ambiente (ANAM, 2006) elaboró el mapa de tierras Kyoto de Panamá, por lo que el énfasis estuvo en la adicionalidad.

La adicionalidad del MDL depende de la calidad de sitio, la distancia al puerto y del valor de la tierra. Este estudio se centró en el enfoque económico de demostración de la adicionalidad. Con indicadores de eficiencia económica como el VET y comparaciones con el precio de la tierra, se buscó representar la rentabilidad de las plantaciones con y sin MDL. Si el proyecto forestal no es rentable sin el MDL y es rentable con el MDL, se puede considerar adicional.

Estructura de costos - ingresos

Para el análisis económico de la adicionalidad se desarrolló una ecuación general que calcula la rentabilidad de las plantaciones por corregimiento, unidad administrativa que no alcanza la categoría de distrito o municipio y que representa una cantidad de 1267 corregimientos en Panamá. La ecuación utilizó el Valor Esperado de la Tierra (VET), un indicador del valor máximo que se puede pagar por la tierra, para determinado uso. El VET se comparó con el precio de mercado de la tierra, el cual se asumió en un *Proxy* del VET del mejor uso de la tierra sin considerar especulación. Para comparar el VET con el precio de mercado de la tierra, se utilizó el indicador de rentabilidad siguiente:

$$R = \frac{VET - Valor\ tierra}{Valor\ tierra}$$

Donde:

R: Rentabilidad

VET: Valor Esperado de la Tierra (USD ha⁻¹)

La estructura de costos - ingresos permitió establecer ecuaciones del VET para cada calidad de sitio. La calidad de sitio para este estudio se clasificó en alto, medio y bajo, para esto se elaboró un mapa de calidad de sitio a nivel Panamá con base en los mapas de fertilidad presentados por el Instituto de Investigación Agropecuaria de Panamá (IDIAP, 2006), según los requerimientos de la Teca descritos por Zech y Drechsel (1991).

El VET de un proyecto depende de varios factores como la escala o área del proyecto (A), la distancia (D) hasta el puerto de referencia, los impuestos (I) y el MDL (M), por lo tanto se consideró la siguiente ecuación del VET:

$$VET = \frac{\alpha_1 A + \alpha_2 AD + \alpha_3 AI + \alpha_4 AM + \alpha_5 M}{A}$$

Donde:

VET: Valor Esperado de la Tierra por hectárea (USD ha⁻¹)

D: Distancia hasta el puerto de referencia (km)

M: MDL (es un valor *dummy* 0 o 1 que indica si es un proyecto MDL)

A: Área del proyecto de plantación (ha)

I: Impuesto (es un valor *dummy* 0 o 1 que indica si se pagan o no impuestos)

El factor $\alpha_5 M$ expresa que algunos costos del MDL son independientes de la escala del proyecto.

Para el trabajo se decidió utilizar los tCER porque son más fáciles de utilizar por un proyecto. Los ICER son más riesgosos debido a que durante el periodo de acreditación se podría contrarrestar la cantidad de GEI removidos lo cual invalidarían los certificados emitidos. La cantidad de tCER es igual a la cantidad de carbono acumulado por hectárea al momento de la verificación (cada 5 años). El precio de los tCER fue calculado según la siguiente fórmula (Locatelli y Pedroni, 2004):

$$tCER = CER_{t1} - \frac{CER_{t2}}{(1 + \delta)^{L(tCER)}}$$

Donde:

tCER: El precio de los créditos temporales

CER: El precio de los créditos permanentes; ahora (t₁) y cuando vence el tCER (t₂)

δ : La tasa de descuento de un país industrializado

L (tCER): El período de tiempo o caducidad de cada crédito que equivale a 5 años

Se calculó el precio de los tCER, con una tasa de 1,02 %, promedio de las tasas de dos países (España y Canadá).

Datos de crecimiento y CO₂

Para el cálculo de los beneficios del MDL se calculó la cantidad de carbono almacenado por hectárea en una plantación de Teca, con la siguiente ecuación:

$$CO_2total = Vcom \times DM \times BEF \times TC \times \frac{44}{12}$$

Donde:

Vcom: Volumen comercial

DM: Densidad de la madera seca

BEF: Factor de expansión de biomasa

TC: Tasa de carbono almacenado

44/12: Factor de conversión CO₂/C

Para calcular el volumen comercial de la Teca se utilizaron las ecuaciones indicadas por Vallejo (2006)³ del modelo de crecimiento para Teca analizado en hoja de cálculo Excel.

Se asumió un factor de expansión (BEF) de 1,53 (Kraenzel *et al.*, 2003) para plantaciones de Teca en Panamá. Se asumió una tasa de carbono (TC) de 0,5 (IPCC, 2003). Según Brown (1997), la Teca presenta densidades de 0,50 a 0,55 para Asia con un 12 % de humedad. La densidad seca, calculada con la ecuación de Brown (1997), resultó entre 0,41 a 0,45, de los cuales se utilizó el promedio de DM de 0,43.

Datos del mercado de la madera y el carbono

Para el caso de primeros raleos, la madera se vende como leña a un precio de USD 17 m⁻³ en Panamá (Verjans, 2006)⁴. El precio de la madera de los siguientes raleos y de la cosecha final depende del diámetro del rollo (Cuadro 1).

Cuadro 1. Precios corrientes para madera rolliza de Teca en Panamá (Ugalde, 2006)⁵.

Diámetro (cm)	Precio (USD m ⁻³)
12,7 – 18,8	110 - 125
19,1 – 25,1	135 - 155
25,5 – 31,5	160 - 185
>31,8	190 - 215

En cuanto al precio de carbono, se estableció una lista de 20 precios de Mg CO₂ pagados a proyectos, según la información dada por Hasselknippe y Røine (2006) y el Eguren (2004) del Banco Mundial. Se calculó el valor mínimo (3,5 USD/Mg CO₂), máximo (17,6 USD/Mg CO₂) y promedio (6,36 USD/Mg CO₂).

Procedimiento

Se validó primero el enfoque económico buscando correlación entre rentabilidad y tasa de plantación. Para cada provincia se disponía de datos de plantaciones de 1988 hasta el 2004 proveídos por la ANAM (2003), periodo en el cual habían incentivos que removían los impuestos de las plantaciones (I = 0). Con datos sobre áreas de cada calidad de sitio y distancia hasta el puerto, se aplicó la fórmula del VET con I = 0 y M = 0 para calcular un promedio ponderado del VET (se ponderó con las áreas por calidad de sitio). Luego, con el valor de la tierra en la provincia, se calculó el indicador de rentabilidad. Con estos datos se

³ Vallejo, A. 2006. Modelo de crecimiento de la especie Teca (entrevista). Grupo Cambio Global, CATIE. Costa Rica.

⁴ Verjans, J.M. 2006. Precios de leña de la especie Teca (comunicación personal). Ecoforest, Panamá S.A. Panamá.

⁵ Ugalde, L. 2006. Precios corrientes para madera rolliza de Teca en Panamá (comunicación personal). San José, Costa Rica.

realizó la validación del análisis económico buscando correlación entre la rentabilidad (variable explicativa) y varios indicadores de la tasa de plantaciones (variable dependiente). La tasa de plantaciones se calculó como la razón entre una área de plantación (de Teca o de plantaciones en general) y una área de referencia (por ejemplo área de pasturas, áreas no forestales o área total) con datos de la ANAM (2003).

Para representar la variabilidad de los parámetros y de los resultados, se utilizaron *fuzzy numbers* de tipo triangular, definidos por tres valores. Un número *fuzzy*, por ejemplo, $x = < 1, 2, 4 >$, implica que es imposible que x sea inferior a 1 o superior a 4 y el valor más posible de x es 2. Con la técnica de los *fuzzy numbers* se pueden realizar operaciones algebraicas como adición, sustracción, multiplicación y división (Bede, 2006).

Aplicando el cálculo de rentabilidad, se obtiene un resultado *fuzzy* (un valor máximo, mínimo y más posible), del cual se obtiene la posibilidad de que la rentabilidad sea mayor a cero. Este análisis se realizó en hoja de cálculo Excel, calculando primeramente los valores *fuzzy* del VET para cada corregimiento y por calidad de sitio. Con estos valores *fuzzy* del VET se obtuvo la posibilidad de que la rentabilidad sea positiva o negativa por cada corregimiento. Se calculó la posibilidad de la rentabilidad > 0 para cada corregimiento con y sin MDL. Los datos de calidad de sitio, valor tierra y distancia provienen de mapas elaborados en este estudio con base en los mapas de fertilidad presentados por el IDIAP (2006), datos proveídos por los técnicos del Departamento forestal de la ANAM en cuanto a precios de la tierra para plantaciones forestales, y el mapa de carreteras y caminos de Panamá presentados por el Departamento de Geomática de la ANAM (2006), respectivamente.

Para identificar los corregimientos con más posibilidad de plantaciones adicionales para el MDL, se identificaron las áreas con menos rentabilidad sin el MDL y las áreas con más rentabilidad con el MDL. De este modo, para identificar los corregimientos con más posibilidades de adicionalidad, se calcula para cada corregimiento la posibilidad de adicionalidad, con las fórmulas siguientes:

$$\text{Posibilidad(adicional)} = \text{posibilidad(no_rentable_sin MDL)} \text{ y } (\text{rentable_con MDL})$$

$$\text{Posibilidad(adicional)} = \text{MIN}[\text{posib.}(\text{no_rentable_sin MDL}), \text{posib.}(\text{rentable_con MDL})]$$

Con los resultados se producen mapas de posibilidad de adicionalidad con Arc View 3.3. Además, se analizaron los factores explicativos de la adicionalidad con pruebas del estadístico Chi-cuadrado de Pearson (χ^2).

Para la elaboración del mapa potencial del MDL (tierras Kyoto, más adicionalidad), se intersecaron las áreas adicionales con las tierras Kyoto, utilizando la extensión *Geoprocessing* del programa Arc View 3.3. Con base en el mapa de tierras Kyoto (ANAM, 2006), se elaboró una mapa de tierras Kyoto por corregimiento.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Crecimiento y carbono

En promedio el carbono acumulado en una hectárea de plantación de Teca situada en un sitio de calidad alta, media y baja es de 260 Mg CO₂, 170 Mg CO₂ y 65 Mg CO₂ respectivamente (al final de una rotación de 15 años, 20 años y 25 años). Según los estudios elaborados por Kraenzel *et al.* (2003) en plantaciones de Teca de 20 años en Panamá, el carbono acumulado promedio es de 120 Mg CO₂, lo que representa un valor cercano a los resultados del presente trabajo. Igualmente, otros resultados de carbono acumulado reportan 146 Mg CO₂ (Sanford y Cuevas, 1996).

Los volúmenes comerciales para una calidad alta, media y baja fueron de 281 m³ ha⁻¹, 165 m³ ha⁻¹ y 88 m³ ha⁻¹, respectivamente. Estos resultados se asimilan a los reportes del crecimiento y rendimiento de la Teca en Costa Rica presentados por Pérez y Kanninenn (2003a; 2003b), donde el volumen para una hectárea de plantación de Teca de 20 años es de 230 m³ ha⁻¹.

Análisis económico

El análisis de costos/beneficios permitió obtener los VET por calidad de sitio, con base en los factores explicativos del VET (Cuadro 2).

Cuadro 2. Valores más posible (USD) de los VET para cada calidad de sitio y en función de los factores presentados en la estructura de costo - ingreso.

Calidad de Sitio	Ingreso neto por hectárea	Costos de transporte por hectárea y km	Costos de impuestos	Ingreso neto MDL por hectárea	Costos de transacción del MDL por proyecto
(VET más posible)	(factor de A)	(factor de AD)	(factor de AI)	(factor de AM)	(factor de M)
Alta	62.927	-37,40	-29.735	1.508	-116.810
Media	7.033	-11,24	-7.462	812	-104.648
Baja	-5.631	-3,90	-1.985	269	-98.360

Validación

En el análisis económico la validación indicó que se deben trabajar con valores menos extremos de crecimiento de plantaciones para calidades de sitio altas y bajas. Los volúmenes de producción fueron moderados para obtener valores menos extremos, es decir, más cercanos a valores medios. Esto se puede explicar por el hecho que los datos de crecimiento se aplican a sitios de muy alta o muy baja calidad y que la información de áreas por calidad de sitio no se refiere a calidades tan contrastadas. Con la validación, se ajustaron las fórmulas del análisis de rentabilidad.

Potencial del MDL (no rentabilidad sin MDL)

Para el criterio de no rentabilidad sin MDL, aquellas áreas con mayor potencial MDL (> 75 %) se localizan mayormente en las provincias de Chiriquí (26 %), Veraguas (16 %) y Panamá (15 %) en zonas de calidad baja (59 %) y calidad media (41 %), presentan diferencias significativas con respecto a la calidad de sitio, distancia hasta el puerto y con el valor de la tierra. Estas zonas son localizadas en tierras con valor por arriba de USD 2000 ha⁻¹ y en general a más de 400 km del puerto.

Potencial del MDL (rentables con MDL)

Según el criterio de rentabilidad con MDL, aquellas áreas con mayor potencial MDL (> 75 %) se encuentran localizadas mayormente en las provincias de Darién (92 %) y Panamá (8 %). Estas zonas son localizadas en tierras de calidad alta, con un valor por debajo de USD 2000 ha⁻¹ y a menos de 400 km del puerto.

Adicionalidad

Ningún área con alta rentabilidad con MDL podrá demostrar adicionalidad porque también es rentable sin el MDL. Por lo tanto, las áreas adicionales son las que presentan una rentabilidad

intermedia. Las áreas con mayor adicionalidad se encuentran localizadas en Veraguas (36 %), Panamá (19 %) y Herrera (16 %).

Adicionalidad y tierras Kyoto

Las áreas con mayor potencial del MDL (> 40 %), teniendo en cuenta aquellas áreas adicionales y las tierras Kyoto, son aquellas localizadas en Veraguas (36 %), Panamá (28 %), Darién (12 %) y Herrera (9 %) (Figura 1).

Los proyectos MDL más adelantados en Panamá que tienen aprobado financiamiento por parte del Banco Mundial, se encuentran en las zonas de Chiriquí y Veraguas a cargo de una empresa privada. Además, actualmente se presentaron dos propuestas en la ANAM (Dawson, 2006)⁶. La primera es un proyecto piloto de pequeña escala con el Gobierno Japonés de la Agencia de Cooperación Japonesa (JICA) en la zona de Coclé de 30 hectáreas, la segunda propuesta se realizó con Futuro Forestal S.A. en la zona Este de la provincia de Panamá en los distritos de Cañitas y Cañazas, la cual se encuentra a la espera de la carta de aprobación por parte de la ANAM como proyecto de reforestación bajo el MDL y en proceso de búsqueda de financiamiento para llevar adelante el proyecto. Esta información es coherente con los resultados del estudio.

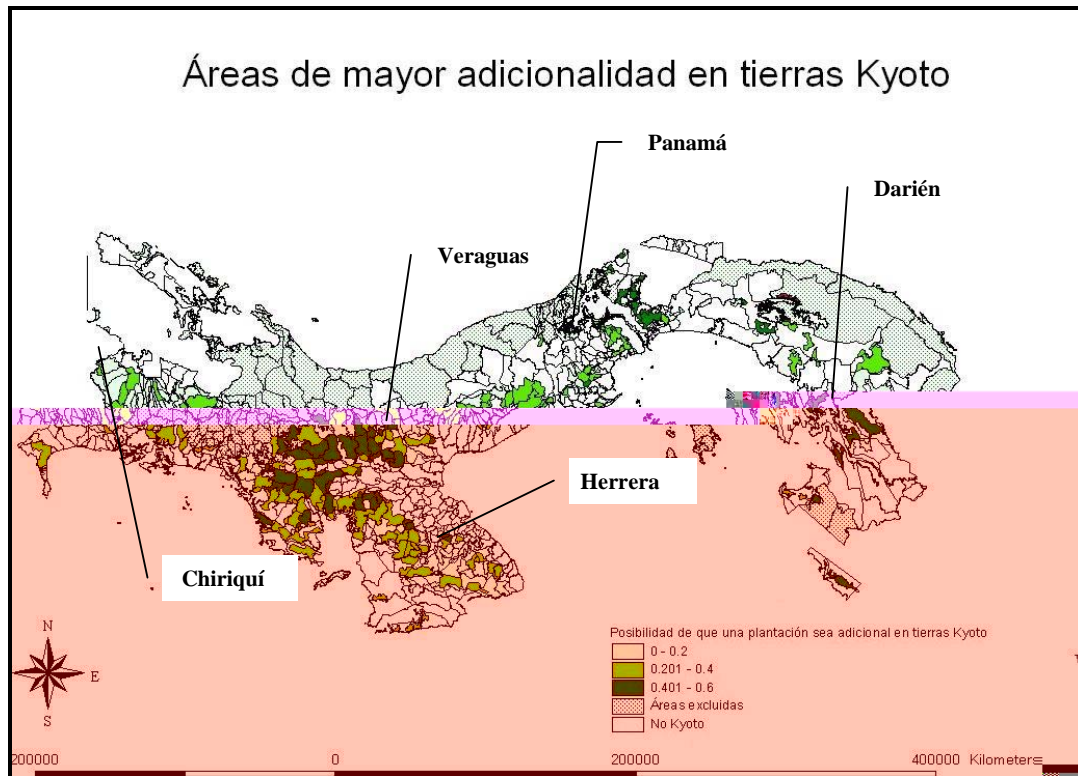


Figura 1. Áreas de mayor adicionalidad en tierras Kyoto.

⁶ Dawson, E. 2006. Proyectos MDL en Panamá (comunicación personal). Departamento de Cambio Climático, ANAM. Panamá.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

La validación del enfoque económico demostró que la tasa de plantación dependía de cierta forma de la rentabilidad, esto confirma que el enfoque del análisis económico o de inversiones es válido para explicar parcialmente las decisiones en cuanto a plantaciones.

Las áreas con mayor adicionalidad se encuentran localizadas en Veraguas, Panamá y Herrera. Las áreas con mayor potencial del MDL, teniendo en cuenta aquellas áreas adicionales y las tierras Kyoto, son aquellas localizadas en Veraguas, Panamá, Darién y Herrera.

Los resultados obtenidos permitirán orientar los esfuerzos del sector forestal panameño en la elaboración de proyectos MDL, para evitar el diseñar proyectos donde será muy difícil demostrar la adicionalidad. Sin embargo, al momento de elaborar un proyecto, se deberá demostrar caso por caso el cumplimiento de las condiciones de adicionalidad del proyecto y de elegibilidad de las tierras, así como los otros requerimientos del MDL. Los datos de este estudio podrán servir, pero deberán ser adaptados a la escala de un proyecto y complementados con otras fuentes de información. El enfoque que se desarrolló podrá servir de base para analizar ideas de proyectos MDL.

LITERATURA CITADA

- ANAM (Autoridad Nacional del Ambiente, PA). 2003. Informe final de resultados de la cobertura boscosa y uso del suelo de la República de Panamá: 1992 - 2000. Panamá. 107 p.
- ANAM (Autoridad Nacional del Ambiente, PA). 2004. Informe de las plantaciones totales de 1988 a 2004 en Panamá. Departamento de Registro Forestal. Panamá. 10 p.
- ANAM (Autoridad Nacional del Ambiente, PA). 2006. Mapa de tierras Kyoto (en línea). Departamento de Geomática de la ANAM. Consultado el 11 de febrero del 2006. Disponible en http://www.anam.gob.pa/uccd/cambio_climatico/mdlmapa.htm
- Auckland, L.; Moura, P.; Costa, S.; Bass, S.; Huq, N.; Landell-Mills, R.; Carr, R. 2002. Colocando los cimientos para el MDL: Preparando al sector del uso de la tierra. Una guía rápida al MDL. DFID. Londres, GB. 40 p.
- Bede, B. 2006. Product Type Operations between Fuzzy Numbers and their Applications in Geology. Acta Polytechnica Hungarica 3(1): 123-139.
- Brown, S. 1997. Estimating biomass and biomass change of tropical forests. A primer. FAO Forestry Paper no. 137. Rome, IT. 55 p.
- CDM (Clean Development Mechanism, International). 2005. Tool for the demonstration and assessment of additionality in A/R CDM project activities (Annex 16). Report of meeting EB 21 (Executive Board), CDM. United Nations Framework Convention on Climate Change (UNFCCC). Bonn, DR. Consultado el 16 de febrero de 2006. Disponible en <http://cdm.unfccc.int/EB/021/eb21repan16.pdf>
- Eguren, L. 2004. El mercado de carbono en América Latina y el Caribe: Balance y perspectivas. Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL). División de Desarrollo Sostenible y Asentamientos Humanos. Santiago de Chile. 85 p.
- Hasselknippe, H.; Røine, K. 2006. Carbon 2006 (en línea). Point Carbon. 60 p. Consultado el 15 de marzo del 2006. Disponible en http://www.pointcarbon.com/wimages/Carbon_2006_final_print.pdf
- IDIAP (Instituto de Investigación Agropecuaria de Panamá). 2006. Zonificación de suelos de Panamá por nivel de nutrientes. Panamá. 24 p.

- IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change, CH). 2003. Good Practice Guidance for Land Use, Land-use Change and Forestry (GPG LULUCF) (en línea). Institute for Global Environmental Strategies (IGES). National Greenhouse Gas Inventories Programmes. Consultado el 5 de septiembre del 2006. Disponible en http://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/gpplulucf/gpplulucf_files/0_Task1_Cover/Cover_TOC.pdf
- Kraenzel, M.; Castill, A.; Moore, T.; Potvin, C. 2003. Carbon storage of harvest-age teak (*Tectona grandis*) plantations, Panama. *Forest Ecology and Management* 173: 213-225.
- Locatelli, B.; Pedroni, L. 2004. Accounting methods for carbon credits: impacts on the minimum area of forestry projects under the Clean Development Mechanism. *Climate Policy* 4(2): 193-204.
- Pérez, D.; Kanninenn, M. 2003a. Aboveground biomass of *Tectona grandis* plantations in Costa Rica. *Journal of Tropical Forest Science* 15(1): 199-213.
- Pérez, D.; Kanninenn, M. 2003b. Provisional equations for estimating total and merchantable volume of *Tectona grandis* trees in Costa Rica. *In: Forest, Trees and Livelihoods*. University of Helsinki, CATIE (Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza y CIFOR (Center for International Forestry Research). 13: 345-359.
- Sanford, R.; Cuevas, E. 1996. Root growth and rhizosphere interactions in tropical forests. *Tropical Forest Plant Ecophysiology*. Chapman and Hall. New York, US. p. 268-300.
- UNFCCC (United Nations Framework Convention on Climate Change). 2002. Modalities and procedures for a clean development mechanism as defined in Article 12 of the Kyoto Protocol: Decisión 17/CP 7 (en línea). Consultado el 4 de abril del 2006. Disponible en <http://unfccc.int/resource/docs/cop7/13a02.pdf#page=20>
- Zech, W.; Drechsel, P. 1991. Foliar nutrient levels of broad-leaved tropical trees: A tabular review. *Plant and Soil Journal* 131(1): 29-46.