

Flumen 6 (1):127-134 (2013)  
Revista de la Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo  
Chiclayo - Perú

## Estimación de márgenes de rentabilidad para el financiamiento de proyectos de captura de carbono: caso bosques secos de Lambayeque

### Estimated profit margins to fund carbon capture projects: Case dry forest of Lambayeque

*Manuel Antonio Rodríguez Peralta*

#### Resumen

En función a nuestra experiencia de trabajo El medio ambiente y su protección han tomado una gran importancia en los últimos años, debido al deterioro que está sufriendo nuestro planeta. Los principales causantes de este daño son los gases efecto invernadero (GEI) que son emitidos por los principales países desarrollados e industrializados como residuos de procesos productivos. Éstos países buscan ahora mitigar o reducir la contaminación que causan, generando esto una gran oportunidad para financiar la conservación de áreas de bosque y el mejoramiento del ingreso local en la región y país. Este estudio cuantitativo, exploratorio y descriptivo tuvo como población a las comunidades campesinas, ejecutores de proyectos, entidades financieras, organismos multilaterales y todos los participantes en la elaboración y ejecución de proyectos MDL en la Región Lambayeque; analiza la factibilidad de llevar a cabo estos proyectos en las zonas de bosque seco a través de un análisis de rentabilidad y sensibilidad, estimando la tasa probable de rendimiento y el área mínima requerida para ingresar al mercado financiero y promover su ejecución. Los principios éticos y de rigor científico fueron viables. Se demuestra que es factible y altamente rentable llevar a cabo proyectos de captura de carbono en los bosques secos de nuestra región, generando una oportunidad para aprovechar el potencial natural con el que contamos y mejorar el bienestar social de poblaciones rurales. La rentabilidad de estos proyectos puede ascender a tres millones de soles con una tasa de rentabilidad del 24% para un tamaño de área frecuente en nuestra región.

**Palabras Claves:** Mecanismo de Desarrollo Limpio (MDL), Captura de carbono en Lambayeque, Rentabilidad.

#### Abstract

The environment and its protection have taken great importance in recent years due to the deterioration that our planet is suffering. The main causes of this damage are the greenhouse gases (GHG) that are issued by major developed and industrialized countries waste production processes. These countries are now seeking to mitigate or reduce the pollution they cause, creating this a great opportunity to finance the conservation of forest areas and the improvement of local income in the region and country. This quantitative study was exploratory and descriptive as population rural communities, project developers, financial institutions, multilateral agencies and all stakeholders in the development and implementation of CDM projects in the Lambayeque Region, analyzes the feasibility of carrying out these projects in dry forest areas through a performance and sensitivity analysis, estimating the likely rate of return and the minimum area required to enter the financial market and promote their implementation. The ethical principles and scientific rigor were viable. It proves to be feasible and highly profitable conduct carbon capture projects in the dry forests of our region, creating an opportunity to exploit the natural potential with which we and improve rural welfare. The profitability of these projects can amount to three million soles with a rate of return of 24% for common area size in our region.

**Keywords:** Clean Development Mechanism (CDM), Carbon sequestration in Lambayeque, Profitability.

## Introducción

El incremento en la emisión de gases efecto invernadero (GEI), el calentamiento global y la contaminación ambiental, son eventos climáticos que preocupan a la humanidad en su conjunto, ya que cada vez son más frecuentes los acontecimientos catastróficos que estos son capaces de provocar, como por ejemplo los tornados, huracanes, maremotos, entre otros (Sol, 2006). Los recientes estudios en cambio climático nos indican que existe la necesidad de reducir las emisiones de Gases Efecto Invernadero (GEI), producidas -en su gran mayoría- por los países industrializados (Mason, 2009); esta necesidad de reducción genera un nuevo mercado al cual se le conoce como mercado de carbono. En este mercado se negocian bonos de carbono, los mismos que son aprovechados por aquellos países que presentan las condiciones necesarias para este nicho, entre los que se encuentran los países Latinoamericanos (Peña y Bent, 2007) y entre ellos el Perú.

Los países industrializados se comprometieron a disminuir las emisiones de dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) y otros gases efecto invernadero (GEI), a partir de la firma del Protocolo de Kyoto (1997), el cual entró en vigor en el 2008, con metas establecidas de reducción de emisiones por países. Con la firma del Protocolo de Kyoto y el mercado de carbono se busca que los países industrializados (países del Anexo 1) reduzcan las emisiones al menor costo posible (PNUD, 2007), funcionando como un mercado eficiente. Se han establecido tres tipos de mecanismos con esta finalidad: la Implementación Conjunta (IC), el Comercio de Emisiones (CE) y el Mecanismo de Desarrollo Limpio (MDL); este último mecanismo es el que puede aplicar para países en desarrollo como el nuestro y que consiste en que los países del Anexo 1 financien proyectos que reduzcan emisiones o capturen carbono de la atmósfera, buscando el doble objetivo de crecimiento económico y responsabilidad ambiental.

Las principales acciones para el funcionamiento del mercado de carbono están establecidas en el Protocolo de Kyoto,

en el acuerdo de Copenhague 2009 y el acuerdo Cancún 2010. En el acuerdo de Copenhague 2009 se reconoció el papel fundamental de la reducción de emisiones procedentes de la deforestación y de la degradación forestal, causantes del 20% de las emisiones totales en el Planeta (FONAM, 2009) y la necesidad de aumentar la absorción de las emisiones de gases efecto invernadero por los bosques. La necesidad de ofrecer incentivos positivos se cristalizó a través del establecimiento de este mecanismo de Reducción de Emisiones, de la Deforestación y Degradación y la gestión sostenible de bosques, conservación y aumento de reservas (REDD-plus). Esta nueva ventana es una enorme oportunidad para nuestro país y nuestra región en particular, puesto que nos permite acceso a financiamiento al contar con áreas de bosque ya establecidas para evitar la tala y quema de estas áreas.

Esta investigación se realiza con la finalidad de demostrar la rentabilidad de proyectos MDL forestales y estudiar las posibilidades de financiamiento de estos proyectos por instituciones financieras privadas u organismos multilaterales. Se busca dar un importante paso en Perú para que las instituciones financieras públicas y/o privadas incursionen en el mercado internacional del carbono; para lo cual es necesario conocer el margen de rentabilidad que se obtendría con la realización de proyectos MDL, especialmente proyectos forestales, de captura de carbono. Esta investigación busca precisamente identificar hasta qué tasa resulta rentable un proyecto MDL en los bosques secos de nuestra región, buscando facilitar el que inversores privados, el gobierno u otros agentes económicos cuenten con sustento financiero para la toma de decisiones de inversión asociadas al otorgamiento de créditos de largo plazo a ejecutores de proyectos forestales. Esto promovería –complementariamente- la mejora en el nivel de vida y bienestar de la población objetivo, así como de la población mundial a través de la conservación de nuestro planeta.

## Hipótesis

Los proyectos MDL de captura de carbono en la región Lambayeque presentan una alta rentabilidad, por lo que es factible el

financiamiento a este tipo de proyectos por parte de instituciones públicas, privadas o instituciones multilaterales.

## Objetivos

### General

Demostrar la factibilidad financiera que se obtiene de la ejecución de proyectos MDL de captura de carbono en los bosques secos de Lambayeque.

### Específicos

1. Identificar el potencial forestal de la región Lambayeque para incursionar en el mercado de carbono.

2. Establecer las condiciones en las que se podría llevar a cabo un préstamo para la realización de proyectos que apliquen a MDL, tomando como caso de estudio los bosques secos de la Comunidad Campesina de Tongorrape.

3. Determinar el tamaño mínimo del bosque con el cual proyectos de captura de carbono no generen pérdidas al ejecutor.

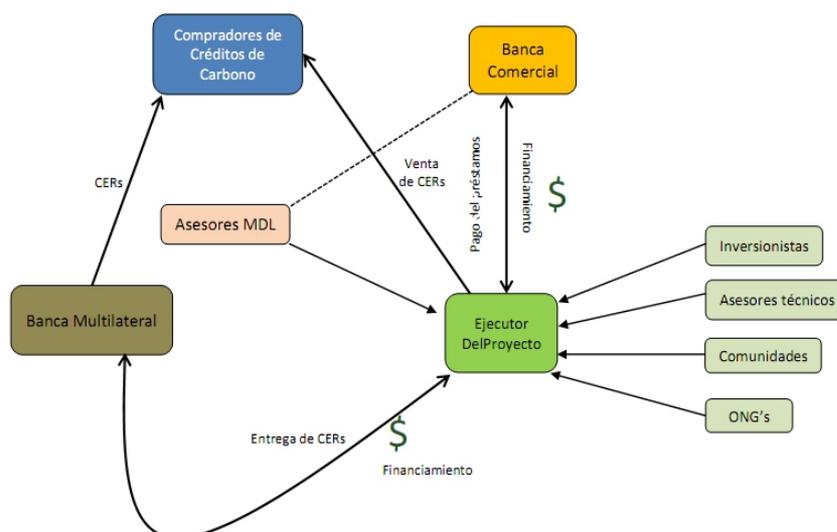
## Metodología

La investigación es de tipo exploratorio, se busca "preparar el terreno" para futuras investigaciones en el tema del mercado de carbono y las finanzas; con el objetivo de examinar un problema o tema poco estudiado en el país o no abordado anteriormente (Hernández S. et al, 1997). En nuestro caso corresponde a un tema poco estudiado especialmente en el ámbito de las finanzas en la región Lambayeque.

La población objetivo comprende a las comunidades campesinas, ejecutores de

proyectos, entidades financieras, organismos multilaterales y todos los participantes en la elaboración y ejecución de proyectos MDL en nuestra región. El método utilizado es de tipo descriptivo y cuantitativo. En la figura 1 se muestran las diferentes vías o alternativas de financiamiento con las que cuentan los distintos ejecutores de proyectos MDL, para que éstos puedan realizar o ejecutar un proyecto de captura de carbono.

Figura N° 1: Financiamiento a Ejecutores de Proyectos MDL



Para poder identificar la factibilidad del financiamiento para proyectos MDL de tipo forestal (captura de carbono o reforestación) se utilizaron datos secundarios sobre la capacidad de absorción de CO<sub>2</sub> en nuestros bosques secos y a partir de estos datos se pudo identificar el potencial que presenta la región Lambayeque para incursionar en el mercado de carbono, especialmente en proyectos forestales de absorción de CO<sub>2</sub>. Posteriormente se realizó un análisis de sensibilidad, buscando establecer hasta que tasa de interés el ejecutor del proyecto tiene capacidad de pago. Se siguieron los siguientes pasos:

**Primero:** Conocer cuál ha sido la evolución del precio y del volumen transado de los CERs que se comercializan en este mercado desde los inicios del Protocolo de Kyoto, es decir desde principios del año 2008. Para recolectar estos datos se utilizó la página Web de la Bolsa Climática Europea (<http://www.ecx.eu>). Se usó como referencia la bolsa climática Europea porque los CERs que se comercializan ahí en su gran mayoría van a ser utilizados por países europeos, y éstos son por ahora los

únicos que tienen límites de emisiones y están obligados a su cumplimiento.

**Segundo:** Una vez que se obtuvieron los precios, se realizó una proyección de los mismos para años futuros y de esta manera calcular los ingresos que se recibirán por la venta de los CERs, durante la vida del proyecto. Para poder realizar la proyección se hallaron los promedios mensuales de los precios, ya que los datos con lo que contamos eran de frecuencia diaria, luego de contar con los precios mensuales desde Marzo del 2008 hasta Diciembre del 2012 (para los datos a partir de agosto del 2010, se utilizaron precios de los CERs Futuros pertenecientes al año 2009 que también se encuentran a disposición en la pagina Web de la Bolsa Climática Europea).

Para realizar las proyecciones (programa informático Eviews 5.1) se corre la ecuación (1) y tras un análisis de ajuste del modelo, proyectamos un año (hasta diciembre del año 2013) con la opción *forecast* del programa Eviews 5.1, programa informático que provee herramientas de regresión y predicción bajo Windows. Con Eviews se puede revelar una relación estadística y luego utilizar esta relación para predecir

$$PRECIOS = C(1) + C(2) * @TREND(2008M03) + C(3) * D1 + C(4) * D2 + C(5) * PRECIOS(-1) \dots (1)$$

$$C(1) = \beta_0 = \text{Intercepto}$$

$$C(2) = \beta_2 \text{ y así sucesivamente}$$

$$D1 \text{ y } D2 = \text{Variables Dummy del Modelo}$$

$$PRECIOS(-1) = \text{Precios con un periodo de rezago}$$

$$@TREND(2008M03) = \text{Tendencia de los precios desde Marzo del 2008}$$

Como se aprecia en el modelo de proyección, se insertaron dos variables Dummy, las cuales ayudaron a una mejor formulación del modelo, ya que los datos con los que se cuenta (precios históricos de los CERs), presentan tendencias bien marcadas y además quiebres estructurales.

Tras correr el modelo de la ecuación (1) se proyectaron los precios mensuales hasta diciembre del año 2013. Una vez que contamos con las proyecciones mensuales de los precios, se halló la tasa de crecimiento anual para el año 2013 utilizando la siguiente ecuación:

$$\text{Tasa de Crecimiento anual} = \left( \frac{\text{Precio Diciembre 2013}}{\text{Precio Enero 2013}} \right) - 1 \dots (2)$$

1 Se utilizaron los precios futuros del año 2009 debido a que este es el único año con información completa debido a que se ha negociado todo el año.

Con la tasa de crecimiento anual, se halló el precio para el año 2013, promediando todos los precios mensuales proyectados para dicho año tras contar con el precio del

CER para el año 2013 y se aplicó la siguiente ecuación para hallar los precios de los siguientes años, hasta el año 2030:

$$\text{Precio}_{\text{Año Ste.}} = \text{Precio}_{\text{Año Anterior}} * (1 + \text{Tasa de Crecimiento anual}) \dots (3)$$

Con la ecuación (3) se proyectaron los precios hasta el año 2030 en soles utilizando el tipo de cambio vigente para el año 2010. Con los precios anuales proyectados de los CERs, junto a la cantidad de CERs que podría emitir el bosque, se estimó la rentabilidad del proyecto a partir de indicadores financieros típicos como el valor actual neto (VAN) y la tasa interna de retorno (TIR).

**Tercero:** Se identificaron los egresos en los que se incurre al momento de realizar el proyecto, para lo cual se recurrió a manuales o guías especializadas en el tema tales como: "Guidebook to Financing CDM Projects" (*Eco Securities, 2007*), "Guía para el diseño de proyectos MDL forestales y de bioenergía" (*Salinas y Hernández, 2008*) y "Guía sobre los Mercados y la Comercialización de Proyectos MDL Forestales" (*CATIE, 2007*) donde encontramos los principales egresos en los que se incurren además de algunas importantes sugerencias para este tipo de proyectos.

Luego de conocer los ingresos por la venta de CERs, y los egresos que presentan los proyectos MDL, se construyó el flujo de caja del proyecto, para identificar la rentabilidad a través del VAN y la TIR que se obtuvo al proyectar un proyecto MDL forestal, usando como base los bosques secos de la Comunidad Campesina de Tongorrape, distrito de Motupe, en Lambayeque.

**Cuarto:** Se realizó un análisis de sensibilidad con las diferentes variables críticas del flujo del proyecto. Se utilizó como tasa de descuento el 10% ya que esta tasa está establecida por la UNFCCC para proyectos MDL, es decir que un proyecto MDL tiene que resultar rentable a partir de una tasa de descuento del 10%, para que puedan ser aceptados en la UNFCCC y posteriormente se emitan los CERs que serán vendidos.

El VAN y la TIR se hallaron en cinco diferentes escenarios, en el primer escenario se asume la venta de CER's cada cinco años; en el segundo escenario se asume pérdidas por no lograr vender los CERs, ya sea porque no se aceptó el proyecto o porque no se cumplieron algunas reglas establecidas por la UNFCCC; el tercer escenario asume el cumplimiento con la primera venta, pero no las ventas posteriores; el cuarto escenario asume cumplimiento con las dos primeras ventas pero no con la tercera; y finalmente el quinto escenario asume que no se pueda completar la última venta pero sí las anteriores.

La investigación se sustentó en los principios éticos de libertad, responsabilidad y subsidiaridad (Sgreccia 2009) y los criterios de rigor científico de confiabilidad de los datos que se presentan, sumados a la validez y la objetividad en cada punto tratado a lo largo de la investigación (Hernández 2010).

## Resultado

De acuerdo a los datos recabados, se pudo estimar el potencial para la cantidad de certificados de reducción de emisiones que emitiría el bosque seco de la región, y que podrían ingresar en algún momento al mercado internacional de carbono, pudiendo ascender a 1'626,551 TM/año<sup>2</sup>, lo que podría representar cerca de 19 millones de euros al año, utilizando un precio

promedio de 12 euros por TM, el que puede variar entre 11 y 14 euros/TM. Este monto representa cerca del 2% del PBI regional.

Para identificar las condiciones en las que se realizarían los préstamos para la ejecución de proyectos MDL, se procedió a correr una regresión a fin de obtener los precios mensuales proyectados al año 2013, obteniendo los siguientes resultados:

$$PRECIOS = 5.908 + 0.012 * @TREND(2008M03) + 1.275 * D1 + 0.636 * D2 + 0.469 * PRECIOS(-1)$$

En el resumen presentado en la tabla N°1 podemos ver que todas las variables del modelo presentan un bajo error estándar, además la “t” estadística en casi todas las variables es superior a 2, excepto en la variable @trend(2008M03), la cual representa la tendencia de los precios desde marzo del 2008, esta variable cuenta

con una “t” de 1.34 (menor que 2); pero no se desecha el modelo ni los valores obtenidos porque se cuenta con un R2 de 0.88 u 88%, lo cual nos indica que el modelo tiene un buen ajuste en general. Los resultados de este modelo se utilizaron posteriormente para realizar la proyección de los precios.

**Tabla N°1:** Resumen resultado de la regresión econométrica

Variable	coeficiente	ee	t	Prob.
C	5.909	1.484	3.981	0.001
@TREND(2008M03)	0.012	0.009	1.340	0.186
D1	1.275	0.245	5.213	0.000
D2	0.636	0.240	2.648	0.011
PRECIOS( -1)	0.469	0.124	3.777	0.000

El precio anual de los CER's para el año 2013 es de 12.59 Euros por CER, éste se halló del promedio de todos los precios mensuales proyectados. Tras contar con los egresos e ingresos del proyecto y construir

el flujo se obtiene un VAN cercano a los tres millones de soles. La tasa interna de retorno (TIR) hallada en el flujo del proyecto fue de 24%. El análisis de escenarios se presenta en la tabla 2.

**Tabla N°2:** Resumen de los escenarios analizados

	Escenario 1	Escenario 2	Escenario 3	Escenario 4	Escenario 5
<b>VAN</b>	S/. 2'866,792.26	S/. -1'215,410.8	S/. 29,170.9	S/. 1'234,585.97	S/. 2'122,099.6
<b>TIR</b>	24%	0	10%	21%	23%

Se observan ganancias para el ejecutor del proyecto en todos los escenarios, excepto el de pérdida (cero venta) y estas varían entre 29 mil y 3 millones de soles aproximadamente dependiendo del tipo de escenario y riesgo analizados. Las tasas de

retorno son todas superiores o iguales a la tasa mínima requerida (10%) excepto para el escenario de pérdida.

El tamaño mínimo del bosque con el cual proyectos MDL forestales no generan pérdidas al ejecutor es de 3,896 hectáreas.

## Discusión

Los resultados del estudio demuestran que es rentable realizar proyectos de captura de carbono en nuestra región y que los ejecutores de este tipo de proyectos podrían pagar una tasa de hasta 24% anual, la cual es superior a la tasa del 10% que pide la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (UNFCCC) para emitir los Certificados de Emisiones Reducidas (CERs) que puedan ser comercializados en el mercado internacional de carbono.

Respecto de la rentabilidad obtenida del proyecto, se observa que el precio mínimo con el cual éste es rentable es de S/.20 por CERs. Si este precio disminuye se estaría incurriendo en pérdidas. Si los precios evolucionan tal cual lo hemos proyectado, el tamaño mínimo del bosque para el cual es rentable entrar al mercado de carbono es de 3,896 hectáreas. El análisis de escenarios

nos permite afirmar que estos proyectos son rentables incluso considerando una alta probabilidad de escenarios negativos. La rentabilidad positiva se mantiene en todos los escenarios de pérdida excepto en el de pérdida total.

Para que se cumpla todo lo mencionado anteriormente las principales condiciones serían que los precios evolucionen a la alza y que la comunidad mantenga los bosques actuales. Una de los principales riesgos de pérdida está asociado a la volatilidad de los precios, la cual depende de cómo reaccione el mercado ante diferentes acontecimientos globales. Por otro lado es importante tomar en consideración que la venta de CERs forestales es difícil de realizar debido principalmente a que estos tienen vencimiento y se tienen que renovar o verificar cada periodo de tiempo asociado con el ciclo de vida de los árboles.

## Conclusiones

A partir de nuestra información se puede concluir que con los bosques con los que cuenta el departamento de Lambayeque resultaría rentable incursionar en el mercado de carbono. Un área de 9,301 hectáreas de bosque destinados a la ejecución de un proyecto MDL forestal durante un periodo de 21 años generaría ingresos para los ejecutores del proyecto cercanos a los 3 millones de soles (S/. 2'866,792.26) y una tasa de rentabilidad del 24%, lo que supera ampliamente la rentabilidad mínima establecida para el financiamiento de estos proyectos (10%).

Las principales condiciones en las que resultaría rentable un proyecto MDL de captura de carbono se asocian a la evolución de los precios de los CERs hasta el 2030. Sin embargo se puede afirmar que resulta factible pedir un préstamo para el financiamiento de estos proyectos, puesto que la rentabilidad del proyecto permitiría pagar una tasa de interés de hasta 24% anual, lo que está muy por encima del costo promedio de créditos en el mercado. Esta elevada tasa hace factible el financiamiento de proyectos MDL forestales por parte de alguna institución financiera pública o privada.

El tamaño mínimo de áreas de bosque seco con que se puede aplicar a financiamiento para un proyecto MDL forestal sin generar pérdidas es cercano a las cuatro mil hectáreas, lo que implica que esta oportunidad será factible para comunidades campesinas o áreas en posesión del Estado. Las áreas privadas no tendrían opción para entrar a este mercado por la restricción de tamaño. Las comunidades en Lambayeque cuentan en promedio con 3,728 hectáreas de bosque, por lo que es seguro que muchas de estas áreas sobrepasan el límite mínimo de tamaño, resultando rentables.

La aplicación de proyectos MDL de captura de carbono por parte de comunidades campesinas que mantienen áreas de bosque seco en nuestra región generaría un ingreso importante para sus pobladores, generando una fuente de mejora en el nivel de bienestar local y generaría incentivos para la conservación de éstas áreas actualmente amenazadas por la creciente demanda de leña y carbón.

## Referencias Bibliográficas

1. CATIE. Neff Till y Henders Sabine. GUÍA SOBRE LOS MERCADOS Y LA COMERCIALIZACIÓN DE PROYECTOS MDL FORESTALES, Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza: CATIE, Turrialba, Febrero 2007.
2. Eco Securities. GUIDEBOOK TI FINANCING CDM PROJECT. Dinamarca, Mayo del 2007.
3. FONAM. COPENHAGUE: POST KYOTO – 2° PERIODO DE COMPROMISO. Lima, Julio de 2009.
4. FONAM. El mercado de Carbono en el Perú. Lima, Junio de 2009.
5. Hernández Sampieri, Roberto, Carlos Fernández Collado, y Pilar Baptista Lucio. Metodología de la Investigación. Naucalpan de Juárez: McGRAW - HILL INTERAMERICANA DE MÉXICO, S.A, 1997.
6. Mason, Joseph R. THE ECONOMIC POLICY RISK OF CAP AND MARKETS FOR CARBON EMISSIONS: A monetary economist's view of Cap and trade Market and carbon market Efficiency board Designs. Louisiana, Septiembre de 2009.
7. Peña, Efrain, y Lincoln Bent. «El Mercado de Carbono.» Perspectiva, 2007: 27-29.
8. Prada, Alejandro. SEMINARIO SOBRE DESARROLLOS LEGALES DEL MERCADO DE CARBONO: Financiamiento de proyectos de Carbono. Bogotá, 21 de Abril del 2009.
9. Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD). Informe sobre Desarrollo Humano 2007-2008, La lucha contra el cambio climático: Solidaridad frente a un mundo dividido. Informe de Desarrollo Humano, MÉXICO D.F.: Mundi-Prensa México s.a, 2007.
10. Salinas Zenaida y Hernández Paulo. GUÍA PARA EL DISEÑO DE PROYECTOS MDL FORESTALES Y BIONERGÍA, Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza: CATIE, Turrialba, 2008.
11. Sol Villa, Michael. El Mercado de Carbono bajo el Protocolo de Kyoto y Oportunidades para el BCIE. Tegucigalpa, Junio de 2006.