

METODOLOGÍA PARA IDENTIFICAR EL POTENCIAL DE MITIGACIÓN DE NICARAGUA

Metodología general utilizada

Como primera etapa del estudio sobre el potencial de mitigación de Nicaragua frente al cambio climático, se investigó acerca del material existente referente al tema, en formato digital, gráfico y bibliográfico. En esta etapa, además, se realizaron reuniones y entrevistas con personal de instituciones públicas pertinentes, con la finalidad de acordar un marco metodológico claro, y determinar criterios y datos para definir las variables que explicaran mejor la situación actual y así definir una posible Línea Base del sector forestal.

El análisis del potencial de las actividades de reforestación y forestación de Nicaragua, dentro del MDL, se efectuó en tres niveles:

- 1. Capacidad de uso del suelo:** Evaluación de las áreas dentro de un rango definido de usos como agricultura, ganadería o silvicultura. La evaluación de la capacidad de uso del suelo trata de clasificar las áreas de acuerdo a sus limitaciones biofísicas. En este sentido, la evaluación de la capacidad de uso del suelo para las actividades de forestación y reforestación identifica las áreas donde los requerimientos ecológicos de crecimiento para un grupo particular de especies forestales se satisfacen dentro de un régimen de manejo dado. Normalmente, se trata de clasificar las áreas con base en el potencial de crecimiento, según las limitaciones intrínsecas del sitio como el clima, los suelos y la topografía.
- 2. Viabilidad de las actividades:** Es la aptitud de un cierto tipo de suelo para un uso específico (FAO, Davidson 1992). Para analizar la vocación del suelo para las actividades de forestación y reforestación se integraron las variables biofísicas (capacidad de uso del suelo) y los aspectos socioeconómicos que podrían afectar la viabilidad de las áreas para el desarrollo de las actividades forestales.

Áreas que tienen la misma capacidad de uso del suelo pueden tener diferente vocación debido a factores como la distancia de los mercados, el precio de la tierra y otros usos de suelo preferentes. Por ejemplo, un área que es considerada con una capacidad alta de crecimiento para plantaciones forestales puede considerarse comercialmente inviable por su localización remota de un centro de industrialización o del mismo mercado de madera, o puede ser considerada inviable para el establecimiento de plantaciones dado que tiene un uso actual del suelo más rentable con retornos rápidos.

Un estudio de viabilidad debería incluir un análisis económico comprensivo del precio de la tierra, los precios potenciales de los productos de las plantaciones y el valor presente neto de las actividades alternativas. También se deberían considerar los valores ambientales y comunitarios que afectan y serán afectados por el desarrollo y manejo de las actividades de reforestación. Estos últimos no serán considerados por este estudio por las limitaciones de tiempo y la generalidad requerida del análisis regional.

- 3. Disponibilidad de tierras:** Se refiere al área de suelos viables finalmente disponibles para un uso particular. Para el desarrollo de actividades MDL, la disponibilidad de suelo se puede definir como la voluntad de los dueños de tierras para disponer parte del área, ya sea por precios y/o condiciones, a un uso alternativo (Spencer, 1998).

Las estadísticas de uso del suelo de hace 10 años demuestran que, en su mayoría, los bosques primarios no son cortados para el establecimiento de plantaciones. La expansión de las plantaciones, por consiguiente, ha estado dirigida a áreas agrícolas descubiertas de vegetación. Consecuentemente, es necesario

dimensionar la voluntad de los dueños de tierra para plantar árboles por ellos mismos, o poner en disposición la tierra para el desarrollo de proyectos MDL a través de la inversión pública o privada (a través de la venta o de un acuerdo conjunto).

Las comunidades tienen diferentes perspectivas en el establecimiento de actividades de reforestación y el convencimiento a los pequeños productores de que los árboles son una buena inversión y un negocio viable para sus fincas puede resultar el factor más difícil en el desarrollo de proyectos sombrilla. La cuantificación de la tierra disponible bajo este escenario para cada departamento del país, es una tarea más específica que deberá incluirse en un trabajo futuro.

Nivel de detalle geográfico

En el estudio se describen varios niveles de detalle geográfico: escala nacional, regional (regiones agroecológicas, Marín, 1997), y departamental. Se realizó el análisis geográfico con un sistema de SIG (Sistema de Información Geográfica) utilizando una escala de 1:250,000.

Los estudios específicos para todas las regiones es una tarea vital para atraer las inversiones requeridas en el desarrollo forestal de Nicaragua.

Se requiere un cuarto nivel de información que cubra los aspectos de la realidad local, como la proporción de cada finca que se pudiera disponer para la implementación de las actividades forestales dentro del MDL considerando las restricciones biofísicas, sociales, económicas, legales y de regulación del mismo MDL.

Este estudio, mientras tanto, produce información a escala nacional, regional y departamental. Sin

embargo, el mismo será de poca utilidad en el caso de la identificación geográfica específica para conocer las propiedades individuales con áreas disponibles para la implementación de actividades de reforestación.

Nivel nacional

La evaluación del potencial y la capacidad de uso se basa mayormente en datos de clima globales y continentales que definen los patrones de precipitación y temperatura anual y por temporada.

Nivel regional

En este nivel, el potencial de reforestación se describe mejor utilizando la distribución de recursos primarios físicos controlados por el clima y la superficie geológica. Por consiguiente, las variables biofísicas y climáticas de este estudio se limitarán a esta escala, donde se necesita considerar por lo menos las siguientes variables climáticas:

- Precipitación media anual.
- Estación lluviosa y período canicular.
- Período de la estación seca (número de meses consecutivos secos).
- Temperatura media máxima.
- Temperatura media mínima.
- Temperatura media anual.
- Balance hídrico anual y estacional.

También se necesita considerar los efectos de las interacciones entre el clima y la geología superficial sobre las propiedades del suelo, como por ejemplo la capacidad de almacenamiento de agua y la fertilidad.

Nivel departamental

La evaluación de los aspectos de viabilidad para las actividades de reforestación, así como la competencia con otros usos del suelo, los aspectos legales y requerimientos de conservación de suelos y recuperación de cuencas hidrográficas, se realizará a escala departamental. Por ejemplo, la identificación de áreas privadas sin cobertura vegetal, dentro de un amplio rango de categorías de uso del suelo, puede proveer una primera estimación razonable del potencial de áreas disponibles para la implementación de actividades de reforestación y forestación dentro del MDL.

Identificación de variables e indicadores

Para complementar y para ser cruzados con las variables y los niveles mencionados, se identificaron algunos indicadores para esta primera etapa de investigación, entre ellos: la cobertura forestal antes de 1990, la capacidad de uso del suelo según la clasificación de capacidad de uso de suelo de FAO, los ecosistemas de Nicaragua y la situación socioeconómica.

Esto permitirá calcular el potencial de mitigación del sector forestal nicaragüense dentro del MDL, según

las condiciones biofísicas y socioeconómicas, todo lo cual facilita la identificación de actividades probables.

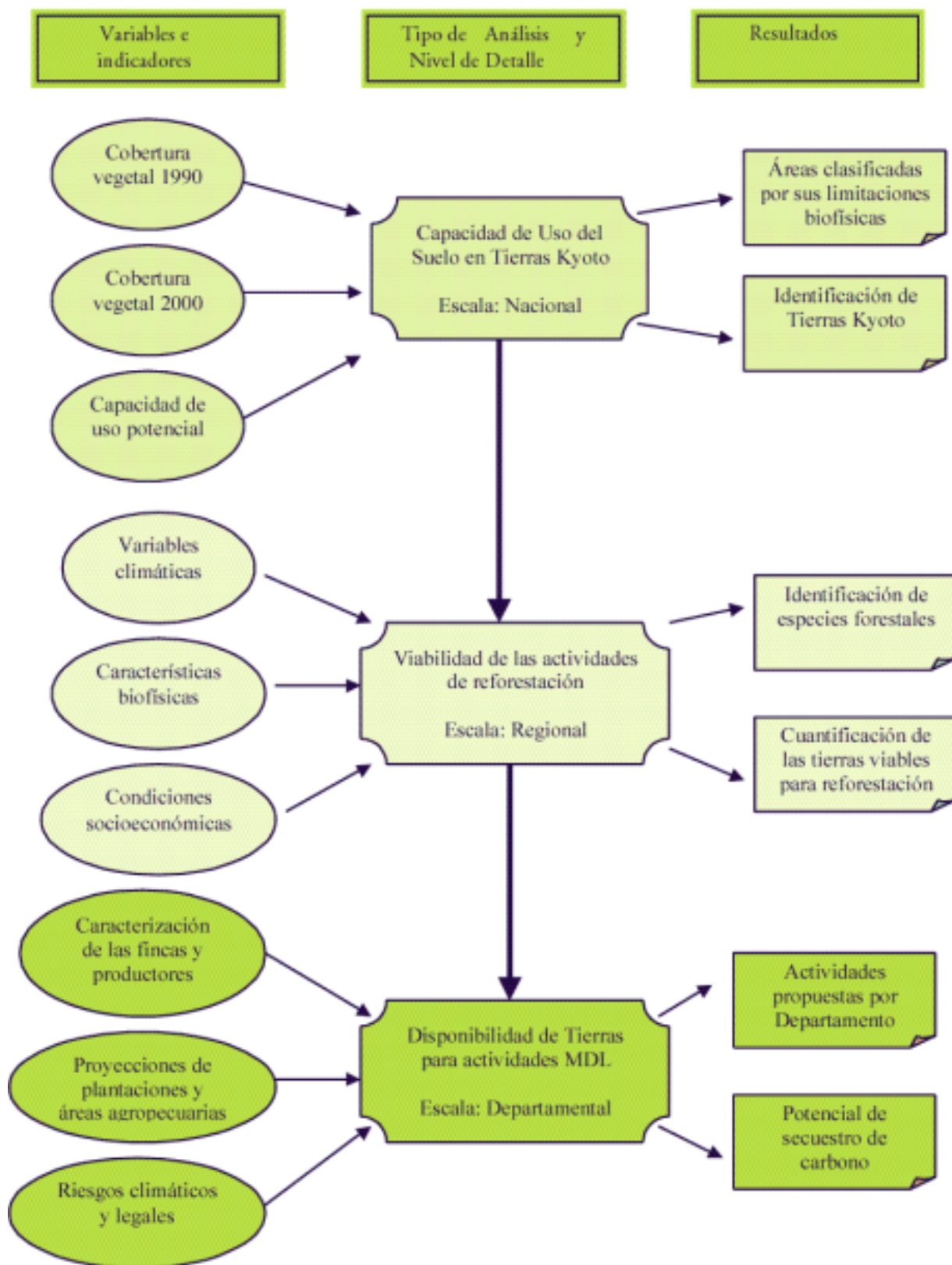
Por medio del análisis integrado (es decir, del cruce de indicadores), se determinarán las zonas potenciales para implementar proyectos MDL mediante rangos establecidos y juicios de valor, dando respuesta al concepto de potencial e identificando así las zonas de vocación forestal del país, en las cuales se requiere alguna intervención.

Actividades propuestas

Finalmente se proponen las actividades forestales de mitigación y su respectiva cuantificación de secuestro de carbono tomando en cuenta: las restricciones de regulación del MDL, la realidad socioeconómica de las áreas, la capacidad del uso del suelo, las condiciones ecológicas de las áreas definidas y, por último, la identificación de especies para cada región.

El diagrama siguiente resume la metodología seguida para calcular el potencial de mitigación de Nicaragua, empezando por los tipos de análisis y las variables utilizadas, los mapas consultados y los resultados obtenidos.

**Diagrama de flujo del análisis
para calcular el potencial de mitigación de Nicaragua**



Capacidad de Uso del Suelo y Tierras Kyoto

Para estimar las Áreas Kyoto de Nicaragua (terrenos que carecían de bosque al 31 de diciembre de 1989 y que no fueron reforestados al año 2000), se utilizó básicamente la información que brindan tres mapas: el Mapa de Capacidad de Uso Potencial del Suelo, el Mapa de Cobertura Vegetal 1990, y Mapa de Ecosistemas y Cobertura Vegetal 2000.

Mapa de Capacidad de Uso Potencial del Suelo

El Mapa de Uso Potencial muestra las distintas actividades productivas en el país, identificando las zonas agrícolas, las zonas ocupadas por el sector pecuario y agrosilvopastoril, las zonas dedicadas al área forestal y las de conservación.

Las zonas identificadas para la agricultura se localizan en el sector norte y centro del país, siendo éstas las que presentan un mayor potencial productivo, un mejor nivel de desarrollo y donde se producen los mayores porcentajes en la disminución de los rendimientos.

Este mapa fue elaborado a partir del Mapa de Uso Potencial de la Tierra (Marín,1998), que comprende 24 clases de capacidad que, según las características de cada clase, han sido reagrupadas en 8 clases siguiendo la metodología de FAO. Se ha utilizado este mapa en conjunto con el Mapa de Cobertura Forestal de 1990 para identificar las Áreas Kyoto. A continuación, se describen las diferentes categorías del Uso Potencial:

Cuadro 5
Nomenclatura de la Capacidad de Uso de la Tierra

Clases	Descripción
I	Se incluyen tierras con pocas o ninguna limitación para el desarrollo de actividades agrícolas, pecuarias o forestales adaptadas ecológicamente a la zona. Las tierras de esta clase se encuentran sobre superficies planas o casi planas.
II	Las tierras de esta clase, presentan leves limitaciones que solas o combinadas reducen la posibilidad de elección de actividades o se incrementan costos de producción debido a la necesidad de usar prácticas de manejo y conservación de suelos.
III	Esta clase presenta limitaciones moderadas solas o combinadas, que restringen la elección de los cultivos o se incrementan los costos de producción. Para cultivos anuales se requieren prácticas intensivas de manejo y conservación de suelos y agua.
IV	Las tierras de esta clase presentan fuertes limitaciones, solas o combinadas, que restringen su uso a vegetación semipermanente o permanente.
V	Las tierras de esta clase, presentan severas limitaciones para el desarrollo de cultivos anuales, semipermanentes, permanentes o bosque, por lo cual su uso se restringe para pastoreo o manejo de bosque natural.
VI	Las tierras ubicadas dentro de esta clase, son utilizadas para la producción forestal, así como cultivos permanentes tales como frutales y café, aunque estos últimos requieren prácticas intensivas de manejo y conservación de suelos y agua.
VII	Las tierras de esta clase, tienen severas limitaciones por lo cual sólo se permite al manejo forestal en caso de cobertura boscosa; en aquellos casos en que el uso actual sea diferente al bosque, se procurará la restauración forestal por medio de la regeneración natural.
VIII	Estas tierras no reúnen las condiciones mínimas para actividades de producción agropecuaria o forestal alguna. Las tierras de esta clase tienen utilidad sólo como zonas de preservación de flor y fauna, protección de áreas de recarga acuífera, reserva genética y belleza escénica. Para esta clase se incluyen cualquier categoría de raras o raras limitaciones.

Mapa de Cobertura Vegetal 1990

Entre 1992 y 1995, el Departamento de Inventarios Forestales del Servicio Forestal Nacional del MARENA elaboró un mapa forestal nacional, independiente de todos los trabajos anteriores. La información básica de la cobertura vegetal se tomó de la edición de 1989 del Atlas Topográfico Nacional que consta de 304 hojas, cada una de ellas con formato de 39 cm. X 57 cm. Estas hojas topográficas fueron publicadas por el Instituto Nicaragüense de Estudios Territoriales (INETER) basándose en la interpretación de fotografías aéreas de 1987 y 1988 a escala 1: 30,000.

Con algún trabajo de campo se logró una estratificación de toda la vegetación y se procedió a reducir la escala para producir el Mapa Forestal Nacional a escala 1: 250,000. Este mapa ha sido validado con los Mapas de Cobertura Vegetal de 1980 (INETER, 1983) para evitar inconsistencias en la interpretación.

Mapa de Ecosistemas y Cobertura Vegetal 2000

Este mapa representa un primer intento en el país por compilar un mapa de vegetación basado en la interpretación y análisis visual de imágenes LANSAT TM a la escala 1: 250,000. Dicho mapa viene a actualizar la información existente sobre vegetación y presenta una visión en conjunto, a escala nacional, del avance de la frontera agrícola. El mapa se elaboró basándose en el sistema de clasificación fisonómica de la vegetación de Mueller-Dombois & Ellemberg (1967, 1974) adoptado por la UNESCO.

Este mapa muestra los cambios que se producen debido a la deforestación, información que permite identificar las zonas que cambian su uso de forestal a agropecuario producto de la deforestación. La definición de la leyenda fue determinada y desarrollada sobre la base de la nomenclatura original, que para efectos de este estudio se agrupó en 12 categorías, con el fin de facilitar la comprensión y el trabajo interpretativo.

El mapa final se combinó con el Mapa de Municipios y Departamentos del país, obteniendo el área de cada clase para cada departamento de Nicaragua. Luego se combinó con el Mapa de Áreas Protegidas, obteniendo así las áreas deforestadas dentro de ellas que pueden ser objeto de regeneración natural inducida.

Aspecto Biofísico

Los principales aspectos que intervienen en el potencial biofísico de Nicaragua para plantaciones forestales, tienen que ver con las características del suelo, sus condiciones climáticas y la vocación que éstos tengan según sus condiciones topográficas. El potencial para proyectos de reforestación MDL varía según el uso potencial del suelo. Esto es importante definirlo antes de proponer actividades, ya que hay que evaluar la factibilidad de implementación de un proyecto MDL en contraposición con el uso actual del suelo. Esto significa que un proyecto de reforestación en suelo de clase I o II puede entrar en conflicto de uso por actividades agropecuarias más rentables debido a su potencial productivo, poniendo en riesgo la permanencia del proyecto. Por otro lado, la reforestación en clases de suelo V-VI pueden ser atractivas, ya que la productividad agrícola en estas clases es muy limitada, debido a su fragilidad y características. La existencia de actividades agropecuarias en terrenos de vocación exclusivamente forestal es una realidad que se observa principalmente en la región Central y Pacífica.

Las relaciones del potencial geofísico con los aspectos fisiográficos, geomorfológicos, geológicos y biológicos se reflejan en las condiciones específicas de los suelos, tanto por su origen como por la condición climática en que se encuentran. Así, los suelos desarrollados de dioritas, granodioritas y rocas similares, por su constitución mineralógica, son altamente susceptibles a la erosión en cárcavas (deslizamientos) y por ello poseen una productividad agropecuaria baja, debido a la pobre fertilidad.

Con base en la información generada por el cruce del Mapa de Uso Potencial y el de Cobertura Forestal a escala 1:250,000, se determinó que aproximadamente el 40% del territorio nacional se encuentra sobreutilizado, como consecuencia de la actividad agropecuaria en terrenos de vocación forestal, lo cual ha afectado drásticamente la relación entre la biodiversidad y la sociedad.

Aspecto Socioeconómico

Como ya se ha comentado, los proyectos forestales dentro del MDL serán viables dependiendo de las condiciones socioeconómicas de las áreas donde se implementen. Es importante, por lo tanto, identificar las condiciones socioeconómicas que rigen en cada departamento para poder definir así las actividades más adecuadas en cada uno.

Las principales variables a tomar en cuenta en este caso son la población, su concentración y su participación en la actividad económica del país, además de los aspectos sociales y legales en general. Con el manejo de esta información se tendrá un panorama amplio de la situación social, económica y productiva actual en el país.

Las variables que a continuación se proponen tienen por objetivo identificar las actividades y la disponibilidad de tierra para proyectos MDL en Nicaragua, tomando en cuenta el nivel social, económico y productivo de la población para el desarrollo e implementación de proyectos forestales, tratando de identificar las variables que puedan garantizar la permanencia y la seguridad en los créditos de carbono.

Características de las propiedades y tenencia de la tierra

Según los datos del CENAGRO (2000), un 4% de los territorios lo poseen los sectores compradores de tierras cuya fuente, en gran parte, es el antiguo sector reformado compuesto por las cooperativas agrícolas y terratenientes nuevos y pobres de tierra (como ex-miembros de la Resistencia Nicaragüense

y licenciados del Ejército Popular Sandinista). Los campesinos con menos de 50 manzanas constituyen el 18%; los llamados "campesinos finqueros" (50 a 200 mzs) el 31%; los "finqueros propiamente dichos" (200 a 500 mzs) el 16%; los empresarios y latifundistas (más de 500 mzs) el 9%, y el sector reformado (menos de 50 mzs) el 22%.

La incertidumbre con relación a la situación legal (derechos de propiedad no definidos) de tierras afectadas por la reforma agraria en la década pasada, ha contribuido a que cerca de 300,000 mzs de tierra no estén siendo utilizadas productivamente, por lo que tampoco se podría garantizar la permanencia de proyectos forestales dentro del MDL. Las personas que ocupan actualmente esas tierras no tienen ningún documento legalmente inscrito que legitime esa ocupación (títulos de propiedad), por tanto, no son sujetos de crédito y tampoco tienen muchos incentivos para invertir.

La principal actividad económica en esas propiedades es la explotación intensiva de los recursos forestales, sin que ello vaya acompañado de planes de reforestación ni inversiones mínimas de recuperación de las áreas. De acuerdo con los datos ofrecidos por la Federación Nacional de Cooperativas Agropecuarias de Nicaragua (FENACOOP), cerca de 20,000 familias están asentadas en esas tierras con una economía de subsistencia, basada en la producción de pequeña escala de granos básicos para autoconsumo y en la explotación indiscriminada de los recursos forestales (producción de leña).

Por otro lado, según los acuerdos de la Concertación de 1990, de las tierras afectadas por la reforma agraria e identificadas en una lista de propiedades, el 25% serían restituidas a sus propietarios. No obstante, hasta la fecha, el 20% de esas propiedades en los rubros de café, ganado y algodón se encontraban en litigio entre los trabajadores y propietarios. En los rubros de tabaco y banano, el 25% de las fincas suponen ser entregadas a los trabajadores por medio de un programa de privatización.

Sin embargo, los beneficiarios potenciales de ese programa de privatización no han podido realizar las compras de esas propiedades, debido a que el 80% de ellas no están inscritas a nombre del Estado. Esta inscripción es un requisito para su transferencia. Como resultado, la mayor parte de esas tierras permanecen subutilizadas. Ni los trabajadores ni el Estado invierten en ellas. Por el contrario, estas tierras están siendo depredadas fundamentalmente a través de la explotación de leña. No existe seguridad sobre quién se quedará con ellas. Esas transformaciones (la de los ochenta) violentaron el sistema de derechos de propiedad. En general, la titulación de tierras busca no sólo incrementar la seguridad en la tenencia de la tierra, sino también mejorar y asegurar el acceso al crédito e impulsar el desarrollo del mercado de tierras. Los derechos de propiedad deben ser transferibles (compra/venta, donación, herencia, etc). Los títulos legales tienden a elevar la demanda del crédito.

La diferencia entre un título de Reforma Agraria y un título de propiedad definitivo radica en que el primero asigna solamente derechos de usufructo de la tierra. Así, el beneficiario puede trabajar la tierra, pero no puede venderla, hipotecarla ni transferirla. Existe "desorden legal" en la agricultura. Actualmente el INRA está desarrollando un programa de titulación de tierras para "ordenar legalmente" el sector reformado.

Pobreza y desarrollo socioeconómico

Para identificar la situación socioeconómica del país se han cruzado los indicadores de brecha de pobreza extrema y nivel de desarrollo social. Este análisis identifica los departamentos que por sus condiciones socioeconómicas tienen un gran potencial de reforestación, ya sea por las condiciones económicas que no permiten el desarrollo de otra actividad o por la infraestructura existente que facilita este proceso. Por el contrario, los departamentos que presentan menores niveles de pobreza y mayores facilidades de infraestructura tendrán mayores posibilidades de implementar proyectos de reforestación con fines industriales.

También se identifica la pobreza severa con un nivel de desarrollo medio y mayor, esto significa que en estos departamentos existe una pobreza severa, desde el punto de vista de la brecha de pobreza, pero la infraestructura existente es considerada aceptable (cobertura de agua, luz, servicios higiénicos, cobertura en salud y educación). También presenta mejor infraestructura vial.

En la zona norte del país se observa un comportamiento diversificado; es decir, se presentan municipios con todas las características identificadas. En esta zona existen municipios con pobreza severa, alta, media y menor, con todas las categorías de nivel de desarrollo. Cabe señalar que en esta zona no se presentan municipios con pobreza alta, sino que se pasa de pobreza severa y alta a pobreza media, generándose graves problemas sociales en este sector del país.

Los municipios considerados de pobreza media se identifican en la zona norte del país, donde se presenta el mayor porcentaje de municipios con esta categoría.

La zona que presenta menor pobreza y un desarrollo alto y medio se ubica en la zona centro Pacífico, localizándose en los departamentos de Managua, Granada, Masaya, León y Carazo. Aquí se concentra la población del país y una mayor concentración de población urbana.

En general, el mapa muestra que la zona del Atlántico norte presenta graves problemas de pobreza. Hay que destacar que en esta zona se identifica un déficit de conexiones viales y una baja concentración de población, la mayoría de la cual corresponde a población rural. Hay que destacar también que la extensión del territorio es alta, por lo tanto la cobertura de servicios de salud y educación se dificulta.

Los principales hallazgos de las variables socioeconómicas se detallan en el Cuadro 6.

Tabla 1. Propiedades medioambientales, socioeconómicas y físicas de las propiedades seleccionadas en la encuesta de 2009

Región	Tipo de Propiedad				Tenencia de la Tierra			Aspectos Socioeconómicos			
	Propiedades de 1 a 10 ha.	Propiedades de 11 a 50 ha.	Propiedades de 51 a más ha.	Propiedades de 11 a 50 ha.	Propiedades de 51 a más ha.	Área con título o escritura	Área sin título o escritura	Área en transición u otras formas de tenencia	Nivel de Pobreza	Desarrollo Socioeconómico	
Región Pacífica	Países	Costa Rica	Guatemala	El Salvador	Costa Rica	Guatemala	El Salvador				
	Superficie	4,438	3,468	2,573	26,447.33	26,447.33	98,387.33	302,533.66		Medio	
	Parcelas	3,177	4,574	3,381	214,705.62	214,705.62	24,457.77	104,116.86		Medio	
	Área	20,453.88	7,177	7,479.03	77,253.62	77,253.62	14,311.03	79,553.67		Medio	
	Parcelas	1,307	707	545.64	30,366.66	30,366.66	1,307.45	22,058.39		Medio	
	Parcelas	3,771	609	3,673.62	11,105.73	11,105.73	1,379.27	31,647.28		Medio	
	Parcelas	6,594	1,387	3,336.33	74,056.33	74,056.33	3,771.47	24,724.38		Medio	
	Parcelas	6,676	2,225	29,081.21	163,357.62	163,357.62	10,307.79	35,368.78		Medio	
	Región Central	Países	El Salvador	Guatemala	El Salvador	Guatemala	El Salvador	Guatemala			
		Superficie	6,761	20,113.64	2,937	175,871.80	175,871.80	216,119.74	67,899.82		Medio
Parcelas		3,365	11,081.27	9,033	68,238.23	68,238.23	13,000.05	25,219.63		Medio	
Parcelas		4,201	3,323.34	2,677	65,361.62	65,361.62	14,933.24	31,737.26		Medio	
Parcelas		17,221	30,707.34	8,504	23,083.31	23,083.31	28,107.45	157,370.42		Medio	
Parcelas		1,676	79,627.66	7,053	184,971.13	184,971.13	68,731.01	43,892.62		Medio	
Parcelas		3,370	14,806.19	9,681	76,101.31	76,101.31	38,307.95	20,368.88		Medio	
Parcelas		185	4,573.87	2,225	16,433.62	16,433.62	14,137.19	12,219.42		Medio	
Región Atlántica		Superficie	6,234	30,183.73	3,236	715,429.90	715,429.90	347,659.73	727,248.58		Bueno
		Parcelas	2,269	2,356.31	9,066	217,779.41	217,779.41	1,211,700.92	247,335.27		Bueno
	Parcelas	196	6,257.90	4,274	170,066.78	170,066.78	22,719.05	79,658.32		Medio	

Cuantificación de carbono y actividades propuestas

Para cuantificar el carbono contenido en la biomasa de las actividades de forestación y reforestación seleccionadas en Nicaragua, se utilizó la siguiente fórmula (Ecosecurities, 2002):

$$C = \text{Vol}(\text{max}) * \text{DM} * \text{F}(\text{copa}) * \text{F}(\text{raíces}) * \text{FC} + \text{C}(\text{sotobosque} + \text{mantillo})$$

C = Contenido de carbono por hectárea en toneladas métricas (tC/ha)

Vol_(max) = Volumen máximo (m³)

DM = Densidad de la madera (g/cm³)

F_{copa} = Factor de expansión de la copa (1+ (masa copa/masa fuste))

F_{raíces} = Factor de expansión de las raíces (1+ (masa raíces/masa copa+fuste))

FC = Factor de carbono (0.45)

C_{sotobosque} = Contenido de carbono del sotobosque

C_{mantillo} = Contenido de carbono del mantillo

Donde:

Dada la incertidumbre y la falta de información referente a los cálculos de carbono en ecosistemas forestales tropicales, en sus distintos niveles, se decidió estimarlos tomando en cuenta algunos estudios ya realizados en Nicaragua para cada ecosistema.

La metodología de este estudio para calcular las proyecciones del secuestro de carbono se basó en distintos estudios de manejo silvícola en donde se obtuvieron los diámetros, la altura y el incremento medio anual de la biomasa de distintas plantaciones forestales con las diferentes especies consideradas. Después de analizada la información, se procedió a realizar promedios ponderados de acuerdo con la cantidad de individuos de cada especie, para obtener datos promedios para las actividades de reforestación propuestas. Dentro de los estudios consultados se encuentran: Lamb 1968; Combe 1969; Hesmer 1970; Lamprecht 1990; Borja & Lazo 1990; Wadsworth 2000. De ellos se obtuvo una buena base técnico-científica para sustentar estos cálculos.

Las proyecciones para el cálculo del carbono fijado se basaron en datos predeterminados, utilizados y reconocidos en estudios técnico científicos desarrollados en Nicaragua, tales como:

- Densidad promedio de las especies tropicales: 0.62 (Chundoff, 1980)
- Cantidad de carbono por unidad de peso de la biomasa: 45%
- Incremento del volumen medio anual (15 años): 15 m³/Ha/año (bibliografía citada en el punto anterior)
- Altura Total Promedio (15 años): 20.64 m.
- DAP Total Promedio (15 años): 29.74 cm.

El volumen medio de un ciclo de plantación y aprovechamiento se fija en 109 m³/Ha. Este volumen se alcanza dentro de los 10 años del inicio de la plantación, ajustándose al período de acreditación de certificados hasta el año 2012.

Con estos análisis podemos concluir que el volumen proyectado promedio es de 109 m³/Ha en un período de 10 años, lo que representa una proyección de carbono secuestrado de 123.860 Toneladas/Ha, que equivale a 12.386 Toneladas/Ha/año de carbono secuestrado.

Considerando que las áreas destinadas a los posibles proyectos estaban dedicadas a la ganadería extensiva o a cultivos agrícolas no tan rentables, se estima que tanto las emisiones como el secuestro de las actividades anteriores al proyecto son de 10 TnC/Ha. (Jackson et al, 1996).

Aspectos ambientales y riesgos

El clima en Nicaragua presenta una clasificación de cuatro tipos. Uno de ellos es el clima tropical de pluvioselva, representativo del extremo sudeste de la región Atlántica, con precipitaciones medias anuales superiores a 4.000 mm., y temperaturas medias entre 25 y 29 grados Celsius. El clima monzónico de selva, se presenta en la llanura del Caribe, con un período lluvioso de 9 a 10 meses y con precipitaciones que fluctúan entre los 2.000 y 3.000 mm anuales y una temperatura anual de 27 grados Celsius.

En la región del Pacífico predomina el clima tropical de sabana, con una estación relativamente seca de 6 meses de duración, entre noviembre y abril, y otra lluviosa de igual extensión entre mayo y octubre. La precipitación anual varía entre 700 y 2.000 mm y la temperatura media promedio es de 25 grados Celsius en las partes más altas y 29 grados Celsius en las llanuras y en la zona costera. El clima subtropical de montaña es representativo de las regiones Norte y Central, en lugares situados a más de 1.000 metros sobre el nivel del mar. La temperatura media oscila entre 10 y 25 grados Celsius y la precipitación alcanza de 1.000 a 2.000 mm.

Sin embargo, existen antecedentes que demuestran una posible intensidad de las variaciones del clima, como por ejemplo el ocurrido entre mayo y agosto de 2001, cuando se produjo una reducción de las lluvias en Centroamérica a niveles inferiores tanto en relación con el promedio histórico como con las necesidades

hídricas de la población, los servicios y la producción. A estos cambios climáticos “naturales” que afectarán a Nicaragua, se agregan los eventos climáticos extremos, como inundaciones, sequías, ciclones tropicales, el fenómeno de El Niño y La Niña, entre otros, que podrían afectar la permanencia de los proyectos de forestación y reforestación dentro del MDL. Si bien estos eventos son de poca recurrencia, su intensidad es devastadora, por lo que las actividades propuestas deben ser enfocadas en forma distinta según las áreas y riesgos ante eventos climáticos adversos.

Con respecto a los eventos climáticos extremos, se identificará el nombre del fenómeno, su ubicación geográfica para mostrar las zonas que recurrentemente han sido afectadas, y su intensidad. Esta información es básica para la evaluación del potencial y el riesgo asociado a posibles proyectos de reforestación y determinar el descuento.

LAS BASES PARA CALCULAR EL POTENCIAL DE MITIGACIÓN DE NICARAGUA

Las Áreas Kyoto

El primer paso en la evaluación del potencial de mitigación consiste en identificar las Áreas Kyoto, en cumplimiento del acuerdo en las negociaciones internacionales y siguiendo lo que establece el artículo 3.3 del Protocolo de Kyoto.

Para obtener este resultado, se utilizó el Mapa de Cobertura Vegetal de 1990 elaborado por INAFOR. Las Áreas Kyoto se determinan como las áreas que no contaban con cobertura vegetal hasta el 31 de Diciembre de 1989. En este sentido, el mapa utilizado se adapta a este requisito ya que se basa en fotografías aéreas de 1987 y 1988. No es necesario hacer una corrección por deforestación de 2 años (de 1988 hasta 1990), ya que esos dos años se encuentran dentro del periodo de conflicto civil armado, donde las actividades productivas eran reducidas y se ubicaban en las antiguas haciendas

que fueron confiscadas y cedidas a cooperativas campesinas y asociaciones de productores.

Adicionalmente, se identificaron las áreas que no tenían cobertura en 1990, pero que en el año 2000 presentaron algún tipo de cobertura, por lo cual no pueden contarse dentro del potencial para desarrollo de proyectos de forestación y reforestación. Más bien se ubican dentro de la Línea Base; es decir, se generaron sin la necesidad del MDL. No obstante, también puede deberse a problemas de interpretación, metodología, resolución y control de calidad en la elaboración de los mapas.

Del cruce del Mapa de Cobertura Vegetal de 1990 y el Mapa de Ecosistemas y Cobertura Vegetal del 2000, se pueden obtener las Áreas Kyoto. Los datos que brinda el análisis de la información geográfica, producto del cruce de los Mapas de Cobertura Vegetal 1990 y 2000, se detallan a continuación: