

GENERACIÓN DE PAGOS POR CERTIFICADOS DE REDUCCIÓN DE EMISIONES, BAJO EL MECANISMO DE DESARROLLO LIMPIO PARA CERCOS VIVOS EN LA CUENCA ALTA DEL RÍO PASTO*

JAVIER SABOGAL-AGUILAR**
UNIVERSIDAD MILITAR NUEVA GRANADA

(Recibido: Abril 13 de 2007 – Aprobado: Junio 4 de 2007)

Resumen

Este artículo es resultado del proyecto de Restauración y Protección de Agroecosistemas Estratégicos en la Captura de Carbono, Municipio de Pasto, Nariño. Explora la posibilidad que tienen las comunidades y propietarios de pequeños predios de la Cuenca Alta del Río Pasto de contribuir a la mitigación del Cambio Climático a la vez que obtienen ingresos monetarios y otros beneficios por la participación en proyectos del Mecanismo de Desarrollo Limpio forestales. El documento presenta una metodología novedosa de participación de comunidades de bajos ingresos en proyectos MDL forestales que se diferencia de las existentes por el alto contenido de participación y confianza generada entre los pequeños productores y las instituciones desarrolladoras. Se concluye con la evidencia de viabilidad del proyecto MDL forestal planteado y los beneficios que generó el proyecto en términos académicos, de desarrollo comunitario y de generación de potenciales proyectos que pueden ser desarrollados con posterioridad.

Palabras Clave: cambio climático, mercado de carbono, mecanismos de desarrollo limpio, proyectos forestales LULUCF.

PAYMENTS FOR REDUCTION OF EMISSIONS CERTIFICATES UNDER THE CLEAN DEVELOPMENT MECHANISM AT THE "CUENCA ALTA DEL RÍO PASTO" (COLOMBIA)

Abstract

This paper is a result of the project of Restoration and Protection of strategic Agro-Ecosystems in the Sink of CO₂, Municipality of Pasto, Nariño. It explores the possibility of that the communities of small lands owners of "La Cuenca Alta del Río Pasto" contribute to the decrease of the climatic change and they obtain a monetary income and other benefits for the participation in forest projects of the Clean Development Mechanism. The document presents a novel methodology of participation to low incomes communities in MDL-LULUCF projects, different from the existing ones for the participation and confidence generated in the small farmers. The article concludes with the evidence of viability of the CDM-LULUCF project and the benefits that it generated in academic issues, community development and the generation of potential projects that can be develop.

Key Words: climate change, carbon market, clean development mechanism, land use Land use change and forestry LULUCF.

JEL: M14, N56, O18, Q2.

Sabogal- Aguilar, J. (2007). Generación de pagos por certificados de reducción de emisiones bajo el mecanismo de desarrollo limpio para cercos vivos en la Cuenca alta del Río Pasto (Colombia). *Revista de la Facultad de Ciencias Económicas de la Universidad Militar Nueva Granada*, (XV)1.

* Investigación realizada en el marco del Proyecto Restauración y Protección de Agroecosistemas Estratégicos en la Captura de Carbono, Municipio de Pasto, Nariño. Empopasto S.A. E.S.P, Alcaldía de Pasto - Secretaría del Medio Ambiente y Vicerectoria de Posgrados e Investigaciones-VIPRI, Universidad de Nariño.

** Docente investigador de la Universidad Militar Nueva Granada. Administrador de Empresas de la Universidad Nacional de Colombia con Maestría en Medio Ambiente de la Universidad Nacional de Colombia – IDEA. Correo electrónico: javier.sabogal@umng.edu.co

1. Introducción

El calentamiento global es un fenómeno ambiental que genera preocupación en nuestra era temporal por las consecuencias económicas, sociales y ambientales que acarrea para la vida sobre la tierra. Este fenómeno plantea indiscutibles riesgos para las actividades antrópicas, pero al mismo tiempo la respuesta humana para enfrentarlo trae aparejada una serie de oportunidades de crecimiento y de desarrollo sustentable (cfr. Lash y Wellington, 2007).

Una de las posibilidades de generación de procesos de desarrollo se da bajo la utilización del Mecanismo de Desarrollo Limpio, este se presenta como una oportunidad interesante de gestión de proyectos que incluye un amplio espectro de tecnologías involucradas, fuentes de financiación, estrategias de cooperación y modelos de gestión.

Dentro del Mecanismo de Desarrollo Limpio se han incluido los proyectos forestales LULUCF¹ y entre ellos, una categoría especial de proyectos de pequeña escala que buscan la participación de pequeños propietarios. Con este fin se estipulan unas condiciones especiales de operacionalización, registro y financiación que facilitan la realización de proyectos en comunidades de bajos ingresos.

El presente artículo surge como resultado del proyecto Restauración y Protección de Agroecosistemas Estratégicos en la Captura de Carbono, Municipio de Pasto, Nariño, desarrollado en conjunto entre el grupo de investigación: Cambio Climático de la Universidad de Nariño, la Alcaldía Municipal y la Empresa de Acueducto Empopasto S.A. E.S.P. El proyecto de investigación persigue la modelación de tasas de captura de CO₂ de especies nativas de la región a ser utilizadas en proyectos de Sumidero de Carbono y un impacto social, económico y ambiental en la comunidad de bajos ingresos que habita cuatro corregimientos del municipio de Pasto, Nariño.

En la primera parte se presenta una breve introducción al Mercado de Carbono, definiendo la par-

ticipación de los Proyectos MDL como propuesta para la inserción de iniciativas de países no desarrollados, que buscan colaborar a la mitigación del Calentamiento Global y la consecución del Desarrollo Sostenible. En la segunda parte del artículo se presenta la participación del proyecto de investigación en el Mercado de Carbono. Se define el tipo de proyecto en que se puede participar, concluyendo que es un proyecto MDL LULUCF de Pequeña Escala; se describen los elementos del proyecto específico y se incluye una descripción de los participantes en el proyecto con la intención de demostrar su posibilidad de generar proyectos de Pequeña Escala. La tercera parte describe el desarrollo del proyecto en cuanto a sus procesos comunitarios, la modelación forestal para la determinación del potencial de captura de carbono de las especies utilizadas y la generación de estimaciones de pagos en el Mercado de Carbono. La cuarta parte muestra los resultados del proyecto en términos sociales, ambientales, económicos y financieros y los resultados de las modelaciones realizadas.

Como conclusión final se presenta al proyecto como una experiencia exitosa de trabajo con la comunidad, en cuanto a la construcción de modelos de captura de CO₂ para las especies nativas utilizadas y la colaboración interinstitucional de entidades regionales. Estos aportes académicos, institucionales y al desarrollo sostenible hacen de la iniciativa un ejemplo digno de ser replicado en otros procesos de MDL Forestal de Pequeña Escala.

2. Breve introducción al Mercado de Carbono

El cambio climático, expresado en nuestra era temporal en un calentamiento global creciente, ha traído gran impacto a los ecosistemas naturales y a los sistemas humanos de acuerdo con los estudios realizados por el Panel Intergubernamental para el Cambio Climático (IPCC, 2003) y sus organizaciones científicas subsidiarias y se espera que este fenómeno climático genere dificultades aún mayores para el

¹ En adelante LULUCF en inglés Land Use and Land Use Change and Forestry.

funcionamiento de estos sistemas como se observa en el Informe Stern (Gobierno Reino Unido, 2006). Ante este fenómeno ambiental y la inminencia de sus consecuencias presentes y futuras, los representantes de diversos gobiernos, luego de un largo proceso de investigación, presión y negociación, han generado espacios para el consenso en cuanto a la respuesta antrópica al fenómeno.

Para enfrentar la situación de calentamiento global se han llevado a cabo esfuerzos tendientes a disminuir la participación de los sistemas productivos y de funcionamiento en este problema ambiental, con la imposición de restricciones a la emisión de Gases Efecto Invernadero (GEI)². Los diferentes acuerdos en la búsqueda de solución se ven materializados en la firma del Protocolo de Kioto, mismo que es considerado el acuerdo ambiental de mayor cobertura y el que ha logrado un grado de compromisos más alto (Sabogal, 2006).

El Protocolo de Kioto escogió un mecanismo de mercado para alcanzar sus objetivos de disminución de la participación antrópica en la problemática, creando así el Mercado de Carbono. El sistema de mercado concebido, a su vez, funciona con la participación de tres Mecanismos de Flexibilidad que permiten el comercio de certificados de emisión dentro del Protocolo. Uno de dichos mecanismos es el Mecanismo de Desarrollo Limpio (MDL) que en particular permite a los países Anexo I el cumplimiento de compromisos adquiridos en el Protocolo, comprando Certificados de Reducción de Emisiones (CER) generados por proyectos de países firmantes del acuerdo que no estén comprometidos a reducir emisiones o Países no Anexo I. Entre estos últimos países se encuentra clasificada Colombia, por

lo tanto los proyectos colombianos pueden bajo el Mecanismo de Desarrollo Limpio participar en el Mercado de Carbono.

El mercado descrito funciona y tiene un alto potencial de crecimiento, debido a que alrededor de dos tercios de los países Anexo I, tienen emisiones netas positivas con respecto a las metas de reducción del Protocolo de Kioto. Estos países, sin contar con Estados Unidos necesitan mitigar 660 Mil Millones toneladas de CO₂ equivalente (TCO_{2e}) cada año; incluyendo a Estados Unidos serían 1700 Mil Millones de toneladas de CO₂ equivalente (TCO_{2e}) anuales (Eguren, 2004). Esta necesidad evidente de los países Anexo I de adquirir sus requerimientos de reducción de emisiones, debido a que la reducción en su estructura económica resulta muy costosa, plantea una oportunidad interesante a los países no Anexo I, de satisfacer esta demanda mediante la oferta de proyectos MDL que presten este servicio ambiental.

Los proyectos de Mecanismo de Desarrollo Limpio pueden ofertar sus Certificados de Reducción de Emisiones a organizaciones públicas y privadas en los Países Anexo I, con el fin de satisfacer la necesidad anteriormente planteada. Sin embargo, los mayores niveles de transacciones no se realizan con estas entidades sino con los principales participantes involucrados en la negociación de los certificados, ya que son quienes dominan el mercado y generan el mayor volumen de transacciones y por lo tanto son en última instancia de quienes depende la sostenibilidad o no de los mecanismos de mercado institucionalizado; a continuación se describen brevemente las entidades que han participado más activamente en la evolución del Mercado de Carbono (Sabogal, 2006):

² Los Gases Efecto Invernadero GEI, son los que generan el fenómeno climático. Para ampliar la información véase el documento de Protocolo de Kioto.

Tabla 1.Entidades involucradas en la demanda de carbono³

Fondo	Características
1. Financiamiento de Carbono del Banco Mundial (World Bank Carbon Finance).	Está constituido de acuerdo al staff del Fondo Prototipo de Carbón PCF.
1.1 Fondo Prototipo de Carbono (PCF – Prototype Carbon Fund)	Es el principal comprador de MDL actualmente a nivel mundial, fue lanzado en el año 2000 por el Banco Mundial.
Netherlands Clean Development Facility (NCDF)	Compuesto por los Países Bajos y el Banco Mundial.
Community Development Carbon Fund (CDCF)	El CDCF tiene como objetivo comprar reducción de emisiones de GEI de proyectos calificados como de pequeña escala.
Bio Carbon Fund (Bio CF)	Este fondo centra su actividad en proyectos que secuestren o conserven GEI en bosques y en ecosistemas agrícolas.
2. Oferta de Compra de Certificados de Reducción de Emisiones (Certified Emission Reduction Unit Procurement Tender - CERUPT)	El gobierno de los países bajos es pionero, junto con el PCF, en la implementación del MDL. En el año 2001 establece un programa de subasta (CERUPT).
3. IFC-Netherlands Carbon Facility (INCaF)	Este fondo parte de un acuerdo en el cual IFC compra reducciones de GEI a favor del Gobierno de los países bajos.
5. Programa Latinoamericano de Carbono (PLAC)	La Corporación Andina de Fomento, estableció en mayo de 1999, el Programa Latinoamericano del Carbono (PLAC).
10. Memorandos de Entendimiento	Son acuerdos bilaterales de compra de certificados de emisiones.

De las entidades comentadas las que han generado mayor desarrollo en el mercado son el Fondo Prototipo de Carbono del Banco Mundial, debido a que el impulso del MDL hace parte de su misión institucional, por lo cual desarrolla y difunde metodologías para los proyectos, financia estudios de soporte y compra los CER resultado de las iniciativas, igualmente CERUPT de los países bajos ha mostrado un interés constante en el tema, generando incluso un sistema de subasta para el desarrollo del mercado. Sin embargo, no debe olvidarse que cada una de estas entidades defiende intereses particulares que deben conocerse en caso de perseguir una negociación con ellas, de manera que los intereses del desarrollador del proyecto también sean tenidos en consideración.

3. Participación del proyecto en el Mercado de Carbono

3.1 Descripción del tipo de proyecto

El proyecto desarrollado se inscribe dentro del Mecanismo de Desarrollo Limpio, reglamentado por el artículo 6 del Protocolo de Kioto; por lo tanto se buscó en su realización coherencia con los principios del mecanismo que estipulan la reducción de emisiones de GEI o su captura y la contribución al desarrollo sostenible. Con ese propósito se tomaron en consideración las tres condiciones fundamentales del MDL:

- Cumplir la adicionalidad⁴, de acuerdo a los criterios definidos por la reglamentación del me-

³ Fuente: Sabogal (2006).

⁴ Definida por el artículo 12 del Protocolo de Kioto como que la reducción de emisiones debe ser adicional a cualquiera que ocurriría en ausencia de las actividades del proyecto.

canismo y evaluados por el Comité Ejecutivo del MDL, en adelante EB/MDL.

- Demostrar la permanencia de las reducciones de emisiones.
- Contribuir al desarrollo sostenible de acuerdo a los criterios estipulados por Colombia como nación soberana y gestionada por la Autoridad Nacional Designada, en adelante DNA⁵.

Los proyectos realizados bajo el MDL tienen ventajas interesantes sobre otro tipo de proyectos de desarrollo, en ese sentido véase (Lee, 2004); en particular son proyectos que definen parámetros de gestión del proceso, que permiten involucrar factores de desarrollo en las comunidades y que pueden generar transferencia de tecnología, de conocimiento y de recursos financieros hacia los desarrolladores del proyecto y a los participantes del mismo.

Dentro de las opciones de proyectos MDL el desarrollado en la Cuenca Alta del Río Pasto en la investigación se clasifica dentro de los proyectos forestales, también llamados de sumidero, del tipo LULUCF definidos y reglamentados en la COP 9⁶. Adicional a lo anterior, es un proyecto de Pequeña Escala y esta es una característica que implica ventajas por la reducción implícita de los costos de operación, monitoreo y certificación. En consideración a la reglamentación, el proyecto puede ser incluido en esta categoría debido a que no supera la captura de CO₂ límite de 8 kilos toneladas por año.

De acuerdo a las anteriores precisiones el proyecto se define como de Mecanismo de Desarrollo Limpio, forestal del tipo LULUCF y de Pequeña Escala. A continuación se desarrollan con mayor profundidad las especificaciones propias del proyecto.

3.2 Descripción del proyecto Cuenca Alta del Río Pasto

El proyecto realizado en la Cuenca Alta del Río Pasto, MDL LULUCF de Pequeña Escala propuesto en el

desarrollo de la investigación, reúne la participación de 100 pequeños propietarios de parcelas de bajo nivel de ingreso, quienes desarrollarán actividades Agro Silvo Pastoriles; el proyecto se realiza con el fin de introducir especies forestales nativas sin interferir en los usos del suelo de subsistencia que tienen los participantes y mediante la captura de CO₂ por parte de las especies forestales, generar la captura de Gases Efecto Invernadero.

La plantación de las especies forestales se realiza en predios de pequeños propietarios, ubicados en el Municipio de Pasto, Nariño, en los siguientes corregimientos: Santa Bárbara, Caldera, Mocondino y Cabrera. En el área involucrada en el proyecto se cumple con el requisito de la reglamentación COP9 de no existencia de vegetación calificada como bosque desde el 31 de diciembre de 1989.

La investigación surge como resultado de una importante unión interinstitucional que involucra a las entidades regionales: Universidad de Nariño, Alcaldía Municipal y Empresa de Acueducto Empopasto S.A. E.S.P.; quienes respondiendo a las inquietudes del grupo de investigación Cambio Climático de la Universidad de Nariño, sumaron esfuerzos financieros y humanos para llevar a buen término la iniciativa. Conjuntamente se crean sinergias para desarrollar el proyecto y generar los siguientes resultados:

- Consecución de recursos económicos y tecnológicos para la comunidad.
- Mejora de condiciones ecológicas y ambientales del territorio, específicamente cobertura forestal y protección de fuentes hídricas.
- Ser parte de la solución al problema ambiental de Calentamiento Global.
- La construcción de conocimientos científicos con respecto a la captura de GEI por medio de actividades LULUCF de Pequeña Escala.

Teniendo claro lo anterior se ha realizado un estudio profesional por parte de ingenieros forestales del gru-

⁵ El concepto Desarrollo Sostenible es objeto de amplio debate, para los propósitos del artículo y sin restar importancia a la necesidad de discusión, se asumirá el término en el contexto del MDL y de los parámetros Colombianos.

⁶ La Conferencia de las Partes del Protocolo de Kioto COP 9 celebrada en diciembre de 2003 estructuró la ejecución de las actividades Land Use Land Use Change and Forestry LULUCF, mediante la decisión 19/COP9 de la COP9 se definieron las modalidades y reglas para la puesta en marcha de este tipo de proyectos.

po de investigación en Cambio Climático para la selección de las especies forestales que serán utilizadas en el proyecto cumpliendo los siguientes parámetros:

- Especies que fortalezcan las actividades productivas de cada propietario.
- Especies que capturen CO₂ de forma eficiente para el proyecto LULUCF.
- Especies que no obstaculicen el normal desempeño de la unidad productiva.
- Especies que agreguen valor al territorio.
- Especies que satisfagan los gustos del propietario.
- Especies ambientalmente amigables.

Con esos criterios en mente se definieron las especies a utilizar, ellas son: Acacia amarilla, Acacia Negra, Aliso, Arrayán, Cajeto, Cerote, Forrajeras, Guayaba pera, Guayacán, Laurel, Leucaena, Nogal cafetero, Quillototo, Roble y Sauce. Sin embargo se incluyeron también especies que los propietarios querían involucrar en sus predios.

La investigación busco estratégicamente establecer las condiciones para la realización de proyectos MDL LULUCF en el Municipio de Pasto, en ese sentido manifiesta la necesidad de: establecer las especies forestales que tengan las mejores tasas de captura de CO₂, involucrar a la comunidad en el desarrollo de proyectos MDL y sensibilizar a las instituciones regionales del potencial de la utilización de este mecanismo para la consecución de un desarrollo sostenible en la región.

3.3 Caracterización de los participantes en el proyecto

El MDL tiene estipulado dentro de sus directivas para proyectos de pequeña escala, que los participantes en este tipo de proyectos deben tener la característica de ser propietarios de pequeñas áreas y pertenecientes a comunidades de bajos ingresos; esto con el fin de garantizar que las condiciones especiales para este tipo de proyectos, referidas a menores costos y facilidades institucionales, beneficien a comunidades que lo necesitan. Adicional a esto existen compradores de CER que cuentan con programas para pagar un sobreprecio sobre los precios de mercado de los certificados para beneficiar

de manera especial, este tipo de iniciativas en las comunidades de países no Anexo I.

Para cumplir con la reglamentación del Protocolo de Kioto y del MDL, el proyecto realizó una caracterización socioeconómica previa de las comunidades de las veredas en donde se diseñó la plantación de las especies forestales, con el fin de lograr en primer lugar el cumplimiento de las condiciones de proyectos LULUCF de pequeña escala, y en segunda instancia generar un proyecto con posibilidad de vender los certificados CER en un nicho de mercado que genera un pago mayor. El primer aspecto a tener en cuenta se refiere al tamaño de las propiedades involucradas; en la Ilustración 1 se observa la distribución de las áreas de los predios de los participantes.

Como se puede observar en el gráfico las propiedades tienen un tamaño que permite la participación de los productores en el proyecto, se observa que 29.6% de las propiedades cuentan con menos de una Hectárea y 40.7% con una hectárea, ninguna propiedad supera las 5 hectáreas. De esta manera se garantiza la integridad del proyecto por ser una comunidad de pequeños propietarios.

El nivel de escolaridad se utiliza como indicador de nivel social de los participantes en el proyecto, la representación muestra que un alto porcentaje de los participantes tiene un bajo componente de educación formal, el 72% tiene nivel primario o menor; este aspecto fortalece el proyecto debido a que en él se incorpora una capacitación en procesos y en algunos casos técnica que mejoraría el indicador en el mediano plazo (Ilustración 2). Cabe anotar que la situación se ve contrastada por el porcentaje de pobladores que declararon ser estudiantes, siendo una tendencia que se puede llegar a reforzar con las iniciativas de MDL al involucrar a la comunidad educativa de la región.

La ocupación predominante es Ama de Casa con un 37%, este aspecto ha resultado muy positivo en el proyecto porque son estos participantes, en su mayoría madres responsables del hogar rural, quienes han jalado el proceso con mucho entusiasmo en todas sus etapas y quienes involucran a los demás miembros de la comunidad.

Ilustración 1.

Distribución de área de propiedades⁷

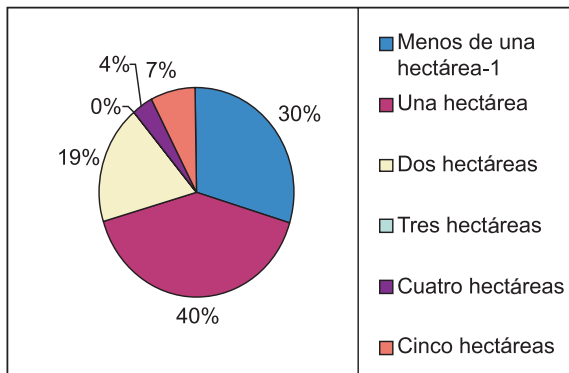


Ilustración 2.

Nivel de escolaridad⁸

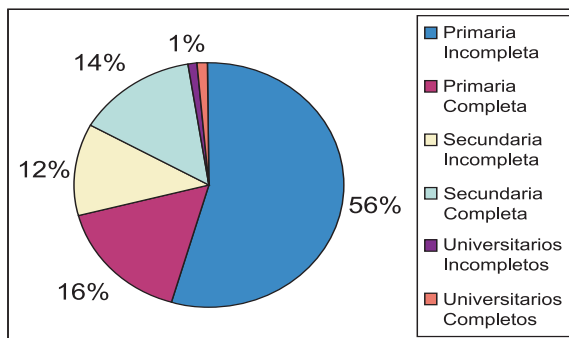
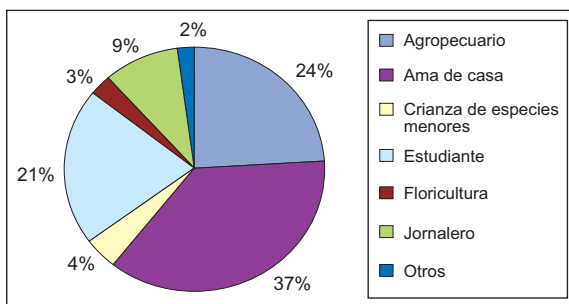


Ilustración 3.

Ocupación laboral⁹



De los datos obtenidos como resultado de la encuesta realizada a los habitantes de la comunidad se puede inferir que se trata de una población con una propiedad pequeña, bajo nivel de escolaridad y de ingresos, dedicados en su mayoría a actividades agropecuarias y del hogar.

4. Desarrollo del Proyecto

La investigación “*Restauración y Protección de Agroecosistemas Estratégicos en la Captura de Carbono*”, se desarrolló en el municipio de Pasto, Nariño ubicado geográficamente entre las coordenadas 1° 03’ y 1° 16’ latitud norte y entre 77° 8’ – 77° 22’ de longitud oeste de Greenwich y en las coordenadas planas Y = 614500, X = 993400; Y = 631000, X = 968700. Teniendo como objetivo facilitar la participación de la comunidad e instituciones del municipio de Pasto Nariño en el Mercado de Carbono. La inserción en este mercado se puede dar mediante el proyecto MDL-LULUCF de Pequeña Escala planteado y por posteriores iniciativas en el mismo sentido a realizarse en la Cuenca Alta del Río Pasto.

La participación de las instituciones desarrolladoras y de los productores interesados permitió llevar a cabo las siembras de especies forestales en predios privados de habitantes del Municipio de Pasto Nariño. Este hecho permite por un lado contar con material biológico de investigación para la modelación de las tasas de captura de CO₂ y por otro la participación por medio de un proyecto real en el Mercado de Carbono.

Esta situación debe ser destacada por que demuestra confianza de la comunidad y de las instituciones participantes expresada mutuamente y hacia el proyecto. La comunidad aceptó la siembra de las especies en su propiedad sin un compromiso contractual por parte de los desarrolladores del proyecto de retribuirles la captura correspondiente de CO₂ y las entidades prestaron la asesoría técnica, el material

⁷ Ilustración propia.

⁸ Ilustración propia.

⁹ Ilustración propia.

forestal, equipo y transporte necesarios y acompañamiento profesional sin ningún compromiso contractual de los propietarios de mantener las especies en sus predios.

El carácter académico y de extensión del grupo de investigación en Cambio Climático de la Universidad de Nariño fue determinante para la inserción de los productores propietarios de pequeños predios. La participación de la comunidad fue el resultado de un proceso continuo en el que se involucraron las siguientes etapas:

1. **Etapas de socialización:** en la que convocó a la comunidad para presentar los objetivos y metas del proyecto en los cuatro corregimientos participantes del municipio de Pasto. Esta etapa se realiza en 10 reuniones a las que asistieron 120 personas, integrantes de Juntas de Acción Comunal, Corregidores, presidentes de acueductos, dos asociaciones APROBOSQUES y APROBORCA, el Colegio Británico, las Instituciones Educativas de Cabrera y Caldera, la Fundación Social y los agricultores residentes de la zona. La receptividad inicial fue buena en los corregimientos de Santa Bárbara, Mocondino y Caldera, no así en Cabrera donde manifestaron desconfianza frente a la propuesta, tras haber participado en procesos similares que no alcanzaron los objetivos, ni llenaron sus expectativas debido a la falta de continuidad.
2. **Etapas de incursión:** corresponde a la realización de 10 talleres participativos en los que se capacitó a la comunidad en los temas preponderantes para el proyecto y se obtuvo retroalimentación de sus intereses y puntos de vista. Se sensibilizó a los participantes en la problemática del Cambio Climático, se les enseñó el funcionamiento de los sistemas silvopastoriles y agroforestales y los servicios ambientales que presentan estos sistemas especialmente en el tema de captura de CO₂ y conservación de fuentes hídricas y se trabajaron temas específicos de agricultura orgánica, manejo forestal de arreglos en línea como: cercos vivos, linderos maderables barreras vivas y cortinas rompevientos. En esta segunda etapa se logra fortalecer
- la participación de los interesados gracias a la sensibilización sobre una problemática ambiental existente y al presentárseles la oportunidad de ser parte de la solución de la misma, beneficiándose al mismo tiempo en sus parcelas.
3. **Etapas de asistencia técnica:** Involucra visitas técnicas a cada predio por parte de profesionales y estudiantes de Ingeniería Agroforestal de la Universidad de Nariño. En esta etapa se diagnosticó el estado de los predios y se diseñaron las alternativas forestales en coordinación con cada propietario. Los aspectos tenidos en consideración en la asistencia se describen en la Tabla 2, allí se muestra claramente que los aspectos involucrados en la asistencia técnica tienen presentes la sumatoria de conocimientos profesionales, técnicos y tradicionales de los profesionales, estudiantes y propietarios de los predios. Esta actitud de los desarrolladores del proyecto determinó en buena medida la receptividad de la comunidad y el buen desarrollo del proceso; los productores agrícolas no sentían una invasión en sus propiedades, de igual manera este enfoque permitió aprovechar el conocimiento que el propietario tiene de sus condiciones de producción y de las necesidades que quiere suplir con su participación en el proceso.
4. **Etapas de ejecución:** se realizó la siembra de 12365 individuos forestales de acuerdo a los intereses y gustos de cada uno de los pequeños productores; a las necesidades de los desarrolladores del proyecto y a la disponibilidad de recursos; lo anterior en concordancia con los resultados de la etapa tres. El proceso de siembra fue muy exitoso y presentó un comportamiento progresivo, lo que promovió un creciente interés de habitantes de la zona por convertirse en nuevos integrantes del proyecto y que los participantes quisieran un incremento en el número de individuos forestales en sus predios. Esta situación superó las expectativas de la investigación y los recursos de la misma, dejando por lo tanto abierta la puerta para el desarrollo de una segunda etapa que involucre más productores y

un mayor número de árboles. Dadas las características del proceso no se utilizaron únicamente las cuatro especies de interés de la investigación, sino que se amplió la oferta de acuerdo con la disponibilidad de los desarrolladores del proyecto. Esto demuestra que la relación establecida fue de mutuo interés; por parte de los investigadores por involucrar variables en sistemas agroforestales en la comunidad productora, y por parte de los propietarios de los predios por contar con especies forestales, asesoría técnica y profesional para su implementación¹⁰.

5. **Etapas de consolidación:** se adelantó la creación de asociaciones y el fortalecimiento de los compromisos de los participantes en la investigación. Esta etapa se realizó en dos reuniones con la comunidad y consistió en mostrar a los par-

ticipantes la posibilidad real de participar por medio de sus plantaciones forestales en sus predios en un proceso real de generación de ingresos por medio de la venta de certificados CER procedentes del proyecto de MDL LULUCF de pequeña escala comercializados en el Mercado de Carbono. Con esta finalidad se recalcó la importancia de construir asociaciones; de la permanencia de los participantes en el proyecto y de las especies plantadas en los predios; el manejo de fugas como prevención de riesgos asociados a las plantaciones en cuanto a incendios, plagas o uso de la madera o la fuga de producción agrícola a otras zonas boscosas y el garantizar los procedimientos institucionales y de certificación del proyecto. Dado el conocimiento adquirido por los participantes en las cuatro etapas anteriores, la consecución de esta etapa contaba con el interés y una estructura formada que facilitó su consecución.

Tabla 2.
Aspectos de asistencia técnica¹¹

Determinar el objetivo del agricultor: silvopastoril, silvoagrícola o agroforestal	- Características de la familia, trabajo fuera y dentro de la finca, educación, etc. - Necesidades básicas de alimentación (¿qué cultivos maneja para autoconsumo?), energía (¿de dónde viene la leña que utiliza?), materiales para construcción, etc. - De su futuro como agricultor. - De la importancia que tienen los recursos naturales (agua, suelo, aire y biodiversidad) para el funcionamiento de la finca.
Selección del sitio y medición del área, con la ayuda del propietario y criterios de los técnicos:	- Se tuvo en cuenta que la competencia con cultivos existentes sea mínima. - Condiciones del suelo: sitios húmedos, suelos muy compactados etc.
Criterios para la selección de las especies a establecer:	- Disponibilidad en el vivero de CORPONARIÑO. - De acuerdo al sitio escogido. - Objetivo del agricultor - Adaptación de la especie en la zona.
Determinación de la fecha de entrega del material vegetal, abono y jornal.	-----
Indicaciones a la hora del establecimiento o antes para garantizar la supervivencia de los árboles.	- Preparación del terreno. - Marcación y ahoyado. - Espaciamento. - Siembra. - Manejo de la primera etapa en las especies establecidas: plateo y deshierbas.

¹⁰ Las cuatro especies de interés escogidas de acuerdo al criterio potencial de captura de carbono fueron: motilón silvestre (*Freziera sp*), aliso (*Alnus jorullensis*), Acacia amarilla (*Acacia decurrens*) y Acacia Negra (*Acacia melanoxylon*); Los datos referentes a niveles de biomasa y la correspondiente captura de carbono utilizados en los escenarios de pagos, son tomados directamente de los resultados de las estimaciones de los investigadores del proyecto para estas cuatro especies.

¹¹ Fuente: Forero & Riascos, 2006.

5. Resultados

Los resultados de la investigación se presentan dentro de tres aspectos: académico; desarrollo comunitario; MDL y Mercado de Carbono.

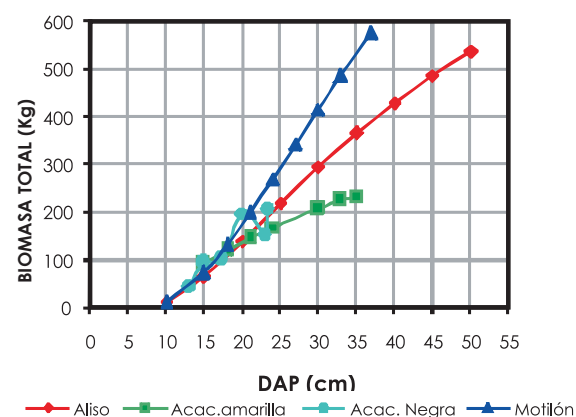
El aspecto académico de los resultados se puede resumir en la construcción de una modelación del potencial de captura del CO₂ para las cuatro especies determinadas. En consecuencia, se logró determinar la capacidad y dinámica de fijación de carbono de los sistemas forestales utilizados en los cuatro corregimientos a través de la generación de ecuaciones de biomasa aérea de las especies: Aliso (*A. jorullensis*), Acacia Amarilla (*Acacia decurrens*), Acacia Negra (*Acacia melanoxydon*) y Motilón silvestre (*Freziera* sp) y posteriormente se calculó la capacidad de fijación de carbono de estas especies¹². La estimación de las tasas de captura de carbono para las cuatro especies se realizó utilizando el muestreo destructivo para el cálculo de biomasa aérea¹³. Los datos obtenidos fueron evaluados estadísticamente utilizando STATGRAPHIC Plus Versión 3¹⁴.

La muestra de árboles medidos, apeados y pesados en la Cuenca Alta del Río Pasto para la estimación de ecuaciones de biomasa aérea total, está constituida por 10 árboles por especie. Este tamaño de muestra se encuentra dentro del rango reportado en la literatura para realizar modelos de regresión por especie, el cual oscila entre 8 y 15 individuos. El resultado del proceso es la estimación de potencial de captura de carbono para las cuatro especies involucradas, que se calcula de acuerdo a la Biomasa Acumulada por Especie y se presenta en la Ilustración No 4. En esta se muestra la Biomasa Acumulada para cada una de las especies, este dato es esencial para la determinación del potencial de captura de

carbono de cada una de las especies forestales trabajadas. Se observa el crecimiento de la Biomasa Acumulada en relación con el diámetro a la altura del pecho DAP. Esta estimación soporta la escogencia de las cuatro especies y cuantifica un potencial de captura de carbono que permite la realización de proyectos MDL LULUCF con estas especies forestales en la Cuenca Alta del Río Pasto.

Ilustración 4.

Biomasa acumulada por las cuatro especies¹⁵



En cuanto al desarrollo comunitario se puede resaltar la construcción de tejido social alrededor de la investigación, la capacitación de la comunidad y la siembra de especies forestales en los predios de los participantes con la asistencia técnica, profesional y los recursos entregados por parte de las instituciones participantes. Estos elementos contribuyen a generar una comunidad integrada y con capacidad asociativa, con un conocimiento adecuado para el desarrollo de proyectos MDL y con unas mejores

¹² La estimación fue desarrollada por la directora del proyecto Ingeniera Luz Amalia Forero y se presenta en Forero y Riascos 2006.

¹³ Los árboles fueron evaluados midiendo el diámetro a la altura del pecho (dap), altura total y ancho de copa (promedio de dos mediciones perpendiculares) utilizando instrumentos como: cinta diamétrica, clinómetro (altura) y cinta métrica. Las variables analizadas estadísticamente fueron: diámetro a la altura del pecho (dap), altura Total (hT), Biomasa aérea Total (Bt), Biomasa del Fuste comercial (BFcc), Biomasa de Follaje (B Fo) y Volumen. (Forero y Riascos, 2006).

¹⁴ El ajuste, selección y validación de modelos para estimar biomasa aérea fueron evaluados con los estadígrafos: coeficiente de determinación (R²), cuadrado medio del error (CME), Suma de cuadrados del error (PRESS), normalidad de los residuos estudentizados, homogeneidad de varianzas y diferencias estadísticas no significativas entre las medias de los valores predichos y los observados.

¹⁵ Fuente: Forero & Riascos, 2006.

condiciones ambientales representadas por: un mejor paisaje, enriquecimiento del suelo, disminución de la erosión, reducción de riesgos de deslizamientos de tierra, mejora de la calidad del agua y con protección de las fuentes de recursos hídricos y un aumento de la biodiversidad vegetal y animal de la zona, entre otros¹⁶.

El aspecto Mercado de Carbono y MDL, se realiza con un ingrediente muy importante por el proceso participativo descrito en la sección 4 que parte de la premisa de respetar los intereses de los productores. Esta forma de abordar la investigación dio como resultado el establecimiento de plantaciones que corresponden de igual manera con los intereses de los desarrolladores del proyecto. La distribución de especies sembradas y tipo de sistema forestal utilizado en los predios y la conformidad de los requerimientos del proyecto y los intereses de los propietarios, se presentan en el Anexo I para los cuatro corregimientos.

Las especies forestales escogidas como objeto de estudio son: Motilón Silvestre, Aliso, Acacia amarilla y Acacia Negra; estas especies tienen un potencial de captura de CO₂ que se ha evaluado como alto¹⁷ y que por lo tanto pueden ser utilizadas para la realización de proyectos de MDL-LULUCF en la región. De igual manera se ha definido que los sistemas forestales más convenientes a utilizar en el presente y en posteriores proyectos de MDL-LULUCF dadas las particularidades bio-geo-socioeconómicas de la Cuenca Alta del Río Pasto son: Cerca viva, bosque (siembra de agrupaciones pequeñas de individuos forestales) y protección de fuentes hídricas. En los cuatro corregimientos el porcentaje de correspondencia entre las necesidades de los desarrolladores del proyecto y las especies y sistemas utilizados por petición de los propietarios de los predios, son muy altos como se puede apreciar en la Tabla 3. Las especies sembradas diferentes a las

cuatro seleccionadas también tienen un potencial de captura de CO₂; sin embargo, esta estimación supera los objetivos de la investigación y del presente artículo, por lo que no se tienen en cuenta en la estimación del potencial de generación de CER bajo el proyecto MDL-LULUCF planteado.

Tabla 3.
Correspondencia interés comunidad-proyecto¹⁸

Corregimiento	Correspondencia Especie	Correspondencia Sistema forestal
Santa Bárbara	72.2%	80%
La Caldera	62.4%	83.8%
Mocondino	86.1%	84%
Cabrera	64.67%	100%

Con los datos relativos al número de especies utilizadas, el sistema forestal adoptado y tomando en consideración las tendencias del Mercado de Carbono; bajo una óptica muy conservadora¹⁹ en el manejo de las estimaciones, dada la alta incertidumbre y variabilidad del comportamiento de los precios. Se estimaron tres escenarios de pagos de CER para el proyecto forestal:

- Point Carbon²⁰ para el escenario alto, esta organización estima valor del Certificado de Reducción de Emisiones CER en €16 euros²¹ para septiembre de 2006.
- Para el escenario medio se toma la información de Natsource²² que asume el precio en €6 euros para el 2006.
- Para el escenario bajo se toma el valor estimado por Vicente Gil (2005) de €3 euros para el 2005.

En consideración a estos escenarios y soportado en las estimaciones de la investigación se ha generado

¹⁶ En referencia a estos aspectos véase Farhana 2005.

¹⁷ Véase gráfico 4.

¹⁸ Fuente: El autor.

¹⁹ El término conservadora se utiliza especificando que se realizan las estimaciones tomando los valores mínimos.

²⁰ Point Carbon en el Mercado de Carbono, presenta información de precios actualizada.

²¹ El Euro se cotiza para Colombia en \$3.073 por €1 Euro, a 3 de Septiembre de 2006.

²² Natsource es uno de los Brokers (corredores) de mayor importancia en el Mercado de Carbono.

un modelamiento de pagos para las cuatro especies sembradas en propiedad de los productores y analizadas por el grupo investigador en cuanto a potencial de captura de carbono. La especie Motilón no ha sido sembrada en los predios utilizados, pero dada su similitud de captura de carbono con el Nogal (Forero y Riascos, 2006), de acuerdo a la literatura secundaria, y gracias a que el Nogal si se ha incluido en las siembras, se adopta este último dentro de la modelación de escenarios como sustituto del Motilón. En la Tabla 4 se presentan los tres escenarios descritos para las cuatro especies estudiadas como potenciales participantes de proyectos MDL.

En la tabla 4 se observa que la mayor participación en la generación de ingresos por comercialización de CER, provienen de la especie Nogal. La utilización de esta especie sustituta en la modelación, presenta un resultado que es coherente con los datos generados en la investigación que muestran al Motilón como la especie de mayor potencial de captura de carbono, tal como se aprecia en la siguiente cita:

“Dados los datos resultado de la investigación, se comprobó mediante la medición en campo bajo la metodología descrita en esta investigación que realizando comparaciones de biomasa aérea total entre las especies motilón silvestre (Freziera sp), aliso (Alnus jorullensis) y Acacia amarilla (Acacia decurrens) a iguales valores diamétricos (30cm) se encontró que la Acacia amarilla presenta una menor acumulación (208.83Kg), mien-

tras que el aliso manifiesta un valor de 295.5Kg de biomasa total aérea, sin embargo, el motilón silvestre es la especie de mayor acumulación (415.79Kg), cifra similar a la alcanzada por el Nogal cafetero (Cordia alliodora) a 30cm de dap (429.9KgC) (Ortiz y Riascos, 2006), lo que indica que es una especie destacada como fijadora de carbono y por tanto podría ser utilizada como uno componente importante de ecosistemas sumideros de carbono.” (Forero y Riascos, 2006).

La Tabla 4 muestra, de igual manera, que en el mejor de los escenarios la asociación de productores participantes del proyecto, dados unos niveles de siembra realizados y tomando solamente en cuenta las especies para las cuales se realizaron mediciones y estimaciones de captura de carbono, por considerarse estratégicas, obtendrían ingresos en el escenario alto por: \$46.998.307. Esta cifra es considerada como los ingresos de la comercialización de los Certificados de Reducción de Emisiones CER en el Mercado de Carbono únicamente.

Se debe tener presente que, por tratarse de una actividad realizada por una comunidad de bajos ingresos y que posee características culturales que generan unos beneficios adicionales en términos no monetarios, el proyecto puede ser premiado con un precio mayor en el Mercado de Carbono; este sobreprecio puede ser pagado por un nicho de mercado existente para este tipo de iniciativas. Además, se deben adicionar ingresos de final del proyecto, bien sea por

Tabla 4.
Estimación de ingresos por comercialización de CER “Proyecto Pasto”²³

Especies	Acacia Amarilla	Acacia Negra	Aliso	Nogal	Total
Escenarios de Pago					
3 EU tCO ₂	\$ 1.518.669	\$ 373.273	\$ 3.056.808	\$ 3.863.433	\$ 8.812.183
6 EU tCO ₂	\$ 3.037.338	\$ 746.546	\$ 6.113.615	\$ 7.726.866	\$ 17.624.365
16 EU tCO ₂	\$ 8.099.568	\$ 1.990.788	\$ 16.302.974	\$ 20.604.976	\$ 46.998.307

²³ Fuente. El autor.

el aprovechamiento maderero de los árboles, o en caso contrario y adicionalmente ingresos por productos forestales no maderables de las especies utilizadas y actividades diferentes a la extracción como el ecoturismo o la investigación. Sin la implementación del proyecto las actividades anteriormente descritas no podrían ser realizadas por los propietarios de bajos ingresos de la Cuenca Alta del Río Pasto y por lo tanto, tendrían que dedicarse a la siembra de pastos, explotación maderera de los bosquetes y agricultura de subsistencia (Pfaff, 2007).

6. Conclusiones

El proyecto Restauración y Protección de Agroecosistemas Estratégicos en la Captura de Carbono, Municipio de Pasto, Nariño, es un esfuerzo interinstitucional e interdisciplinario, que como iniciativa del grupo de Investigación en Cambio Climático de la Universidad de Nariño logra resultados académicos, comunitarios, institucionales y ambientales.

La comprensión de la capacidad y dinámica de fijación de carbono para los sistemas forestales y la aplicación de modelos de estimación de acumulación de biomasa para las especies: Motilón Silvestre, Aliso, Acacia amarilla y Acacia Negra, para determinar su potencial de captura de CO₂; permite definir un marco teórico para el diseño de proyectos MDL-LU-LUCF en el municipio de Pasto Nariño; esta investigación demuestra que las cuatro especies tienen un potencial de captura de carbono que las hace aptas para ser utilizadas en los proyectos MDL-LULUCF, de igual manera se especifica el establecimiento de sistemas forestales de cercas vivas como óptimas en cuanto a criterios de adicionalidad, prevención de fugas, utilización en pequeñas parcelas y sustitución de otro tipo de cercas de mayor costo para la población de bajos ingresos.

La investigación sienta entonces las bases para el aprovechamiento de las 22974 hectáreas que tiene la Cuenca Alta del Río Pasto, zona clasificada como de vocación forestal para el desarrollo de proyectos de MDL-LULUCF con alta probabilidad de elegibilidad, lo que se traduce en generación y comercialización de Certificados de Reducción de Emisiones

CER en el Mercado de Carbono y en últimas, en ingresos para las comunidades de la región, desarrolladores de proyectos e instituciones. Adicionalmente la metodología propuesta por la investigación puede ser replicada para otras especies y sistemas forestales.

El enfoque utilizado en el desarrollo del proyecto demostró ser muy adecuado para el trabajo con productores propietarios de pequeños predios y con bajo nivel de ingresos. El desarrollo tradicional de proyectos MDL que impone a los propietarios las especies de mayor potencial de captura de CO₂ y el sistema forestal a utilizar se sustituyó, en este caso, por un diálogo respetuoso que llevó a que el propietario definiera las especies que prefería para su predio y en el sistema forestal de su conveniencia, lo anterior reforzado por una asistencia técnica y profesional. El resultado fue muy interesante, las especies escogidas por los productores correspondieron en un muy alto porcentaje a las especies de interés del proyecto y lo mismo sucedió con los sistemas forestales utilizados en los predios, se presentó de esta manera una clara situación de “ganar-ganar”.

Esta forma de acercarse a los productores posibilitó un desarrollo poco común del proceso en el cual la confianza permitió que los propietarios accedieran a plantar especies en sus predios y hacerse cargo de ellas y a su vez los desarrolladores del proyecto cumplieron con entregar el material vegetal, capacitar a los participantes, realizar la asistencia técnica y siembra de las especies, sin la mediación de ningún contrato escrito entre las partes.

El proyecto demostró que los pequeños productores de la región son sensibles a la problemática ambiental representada por el calentamiento global, además, quieren hacer parte de la solución de la misma; son defensores del medio ambiente local y de las fuentes de recursos vivos y tienen capacidad de asociación. La inserción de la comunidad en el proceso del proyecto MDL, se facilita por la buena disposición que presenta frente a la capacitación, la participación en las actividades de las diferentes etapas y el carácter festivo, en el buen sentido, con que colaboró en cada una de las reuniones realizadas. Esto es una realidad que superó las expectativas del proyecto.

Como conclusión final se resalta la viabilidad de desarrollar proyectos MDL LULUCF de Pequeña Escala en la Cuenca Alta del Río Pasto, que generen ingresos por la venta de CER y beneficios adicionales para los participantes.

7. Referencias

- Centro Andino para la Economía en el Medio Ambiente-CAEMA (2004). Entrevista: Aplicabilidad de la Reglas Forestales en Proyectos de la Región. *Instrumentos Económicos y Medio Ambiente: Edición Especial*, Marzo de 2004 Volumen 4, n1.
- Eguren C. Lorenzo (2004) *El Mercado de Carbono en América Latina y el Caribe: balance y perspectivas*. Santiago de Chile: CEPAL- División de Desarrollo Sostenible y Asentamientos Humanos.
- Farhana Y. Editor, (2005). *Climate Change and Carbon Markets: A Handbook of Emission Reduction Mechanisms*. London: Earthscan.
- Forero, A. y Riascos L. (2006). *"Modelos de Biomasa Aérea y estimación de carbono para cercos vivos en la cuenca alta del Río Pasto"*. Trabajo no publicado. Pasto: Universidad de Nariño.
- Gil, V. (2005). *Los costos de transacción en el MDL*. Seminario Andino Sobre el Mecanismo de Desarrollo Limpio. Medellín, Marzo.
- Gobierno del Reino Unido (2006) *"Stern Review: the economics of climatic change"*. Disponible en: www.hm-treasury.gov.uk/independent_reviews/stern_review_economics_climate_change/stern_review_report.cfm
- Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC) (2003), *Good Practice Guidance for Land Use, Land-Use Change and Forestry*.
- Lash J. y Wellington F (2007). "Ventaja competitiva frente al calentamiento global". En: *Harvard Business Review*, Volumen 85 Número 3, páginas: 67 a 75.
- Lee, Myung-Kyoon, Editor (2004). *CDM Information and Guidebook*. Second edition. UNEP project CD4CDM June.
- OLADE y UNESA (2005). *Metodologías para la implementación de Mecanismos Flexibles de Kioto-MDL en Latinoamérica y el Caribe*, Versión 2, Febrero.
- Pacudan, R. y Myung-Kyoon (2006). *Overview of the CDM market and CER prices*. Lee UNEP RISØ Centre on Energy, Climate and Sustainable Development.
- Pfaff, A., Kerr, S., Lipper, L., Cavatassi, R., Davis, B., Hendy, J., G. Sanchez, A.(2007) "Will buying tropical forest carbon benefit the poor? Evidence from Costa Rica". *Land Use Policy*, Volume 24, Issue 3, p 600 - 610.
- Point Carbon (2006). CDM y JI Monitor: Marzo.
- Sabogal, J. (2006). *Evaluación de los Impactos de las Restricciones no Arancelarias a la Inserción de Colombia en el Mercado de Captura de Carbono*. Tesis de Maestría, Universidad Nacional de Colombia.

ANEXO I

Distribución de especies utilizadas y sistema forestal

El proyecto de acuerdo a sus objetivos y el direccionamiento estratégico del Grupo Cambio Climático frente a la región concentra sus esfuerzos en las siguientes cuatro especies: Motilón Silvestre (*Freziera sp*), Aliso (*Alnus jorullensis*), Acacia Amarilla (*Acacia decurrens*) y Acacia Negra (*Acacia melanoxyton*); de igual manera ha definido que los sistemas forestales más convenientes son: Cerca viva, bosque (siembra de agrupaciones pequeñas de individuos forestales y protección de fuentes hídricas). En los gráficos siguientes se muestra la distribución de las especies utilizadas y los sistemas forestales para cada corregimiento del Municipio de Pasto Nariño participante en el proyecto:

Corregimiento Santa Bárbara: En el corregimiento Santa Bárbara las especies utilizadas en los predios de los pequeños productores corresponden en un 72.2% a los intereses del proyecto (Ilustración 5). De igual manera el 80% de los sistemas forestales utilizados están en conformidad con los requerimientos del proyecto (Ilustración 6).

Corregimiento La Caldera: La especie más utilizada en La Caldera es el Nogal con un 41.3%, para la investigación dada la tasa de captura de esta especie se ha asimilado a la especie Motilón (Ilustración 7). Sumado a las Acacias con 21.1% nos representa un 62.4% de especies buscadas por el proyecto. Los sistemas utilizados corresponden en un 83.8% a los definidos como prioritarios por el proyecto (Ilustración 8).

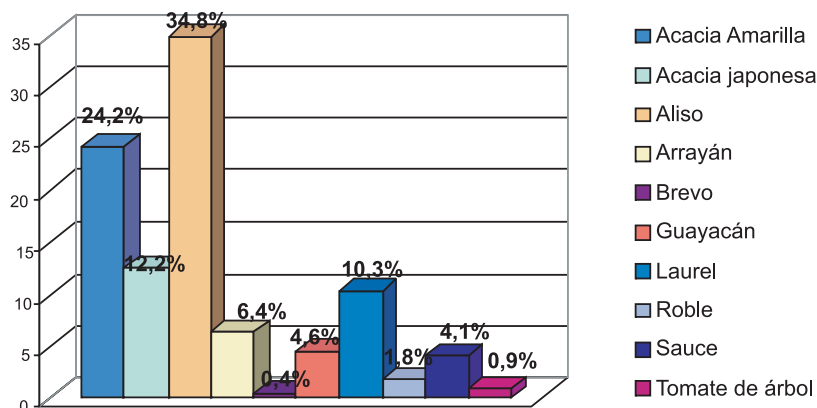
Corregimiento Mocondino: En el corregimiento de Mocondino las especies utilizadas en los predios de los pequeños productores corresponden en un 86.1% a los intereses del proyecto (Ilustración 9). De igual manera el 84% de los sistemas forestales utilizados están en conformidad con los requerimientos del proyecto (Ilustración 10).

Corregimiento Cabrera: En el corregimiento de Cabrera la necesidad en cuanto a utilización de especies del proyecto fue satisfecha en 64.67% de las especies utilizadas (Ilustración 11), de igual manera de los sistemas forestales empleados el 100% son acordes con los requerimientos (Ilustración 12).

Se debe anotar que los corregimientos presentan algunas diferencias en sus condiciones biogeográficas y de suelos por lo que la preferencia por algunas especies es marcada. A pesar de lo anterior las necesidades de los propietarios pequeños productores y de los desarrolladores del proyecto coincidieron en un porcentaje muy importante en cuanto a especies utilizadas y sistemas forestales empleados en los cuatro corregimientos participantes en el proyecto.

Ilustración 5.

Distribución de especies utilizadas- Corregimiento Santa Bárbara²⁴



²⁴ Fuente: El Autor.

Ilustración 6.

Distribución de sistema forestal- Corregimiento Santa Bárbara²⁵

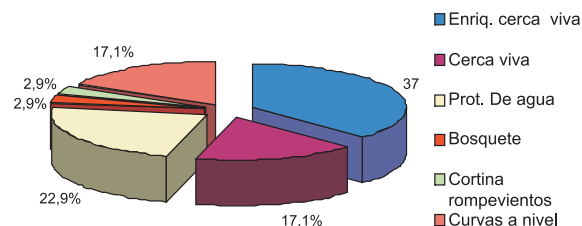


Ilustración 9.

Distribución especies - Corregimiento Mocondino²⁸

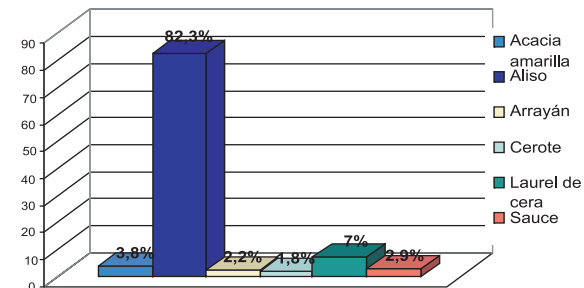


Ilustración 7.

Distribución de especies- Corregimiento La Caldera²⁶

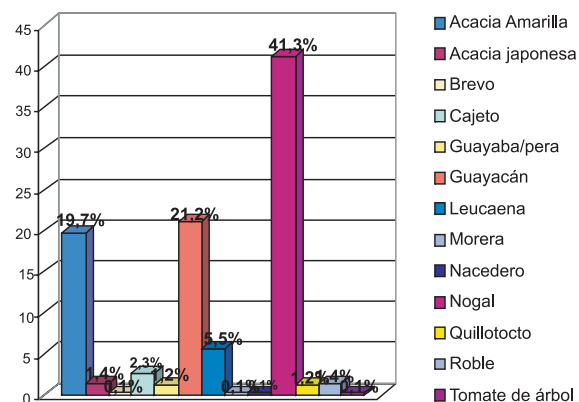


Ilustración 10.

Distribución sistema forestal- Corregimiento Mocondino²⁹

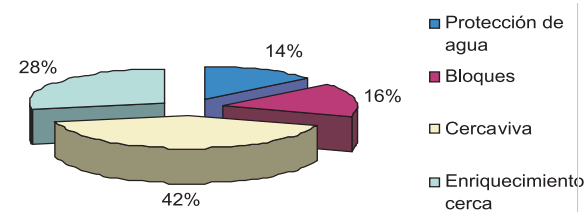


Ilustración 11.

Distribución especies - Corregimiento La Cabrera³⁰

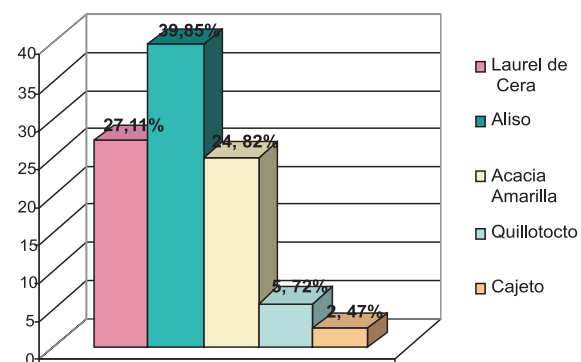


Ilustración 8.

Distribución sistema forestal- Corregimiento La Caldera²⁷

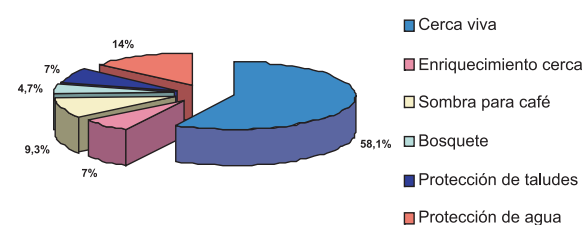
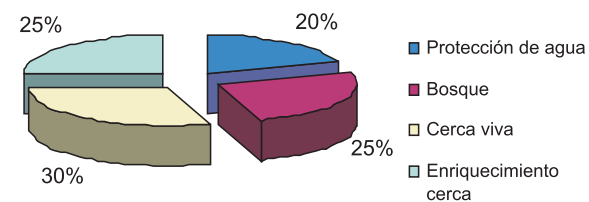


Ilustración 12.

Distribución sistema forestal- Corregimiento La Cabrera³¹



²⁵ Fuente: El autor.

²⁶ Fuente: El autor.

²⁷ Fuente: El autor.

²⁸ Fuente: El autor.

²⁹ Fuente: El autor.

³⁰ Fuente: El autor.

³¹ Fuente: El autor.