

Potencialidades de los Sistemas Silvopastoriles para la Generación de Servicios Ambientales



Memorias de una conferencia electrónica
realizada entre septiembre y diciembre del 2001

MUHAMMAD IBRAHIM, JAIRO MORA DELGADO Y MAURICIO ROSALES
EDITORES

SERVICIOS INTERNACIONALES PARA EL DESARROLLO EMPRESARIAL, SIDE
MODERADORES

CATIE, TURRIALBA, 2006

El CATIE es una asociación civil, sin fines de lucro, autónoma, de carácter internacional, cuya misión es mejorar el bienestar de la humanidad, aplicando la investigación científica y la enseñanza de postgrado al desarrollo, conservación y uso sostenible de los recursos naturales. El Centro está integrado por miembros regulares y miembros adherentes. Entre los miembros regulares se encuentran: Belice, Costa Rica, El Salvador, Guatemala, Honduras, México, Nicaragua, Panamá, República Dominicana, Venezuela y el Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura (IICA).

© Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza, CATIE, 2003.

ISBN 9977-57-416-2

634.99

P861 Potencialidades de los sistemas silvopastoriles para la generación de servicios ambientales: memorias de una conferencia electrónica realizada entre setiembre y diciembre del 2001 / Muhammad Ibrahim; Jairo Mora; Mauricio Rosales. – Turrialba, C.R. : CATIE, 2006.
1 disco compacto – (Serie técnica. Reuniones técnicas / CATIE ; no. 11)

ISBN 9977-57-416-2

1. Sistemas silvopastoriles – Congresos, conferencias, etc.
 2. Servicios ambientales – Congresos, conferencias, etc.
- I. Ibrahim, Muhammad, ed. II. Mora, Jairo, ed. III. Rosales, Mauricio, ed.
IV. Título V. Serie

*Publicación apoyada por FAO a través de su Proyecto
Plataforma LEAD/FAC/CATIE sobre Ganadería y Medio Ambiente*

Memorias de una conferencia electrónica
realizada entre septiembre y diciembre del 2001

EDITORES

MUHAMMAD IBRAHIM
JAIRO MORA DELGADO
MAURICIO ROSALES

MODERADORES

SERVICIOS INTERNACIONALES PARA
EL DESARROLLO EMPRESARIAL, SIDE

Equipo Científico de Apoyo

COORDINADORES:

Muhammad Ibrahim

Departamento de Agroforestería

Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza, CATIE

Mauricio Rosales

Centro Virtual de Investigación y Desarrollo

Iniciativa Para La Ganadería Medio Ambiente y Desarrollo (LEAD/FAO)

Jairo Mora-Delgado

Departamento de Agroforestería

Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (LEAD/CATIE)

EXPERTOS DE APOYO:

Celia A. Harvey

Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza, CATIE

Carlos Pomareda

Servicios Internacionales Para El Desarrollo Empresarial, SIDE

Lucio Pedroni

Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza, CATIE

Markku Kaninnen

Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza, CATIE

Mario Piedra

Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza, CATIE

Luis Enrique Quirós S.

Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza, CATIE

Contenido

Preámbulo	3
Primera Sección: Aspectos Biofísicos De Los Sistemas Silvopastoriles Relacionados Con Biodiversidad	7
Introducción A La Sección	7
Potencialidades De Los Sistemas Silvopastoriles Para La Generación De Servicios. M. Ibrahim Y J. Mora	10
La Conservación De La Biodiversidad En Sistemas Silvopastoriles, C. Harvey	23
La Avifauna Terrestre De Una Zona Ganadera En Los Llanos De Venezuela, M.N. De Visscher	33
Comentarios	40
Segunda Sección: Aspectos Biofísicos Relacionados Con La Dinámica Del Carbono	52
Introducción A La Sección	52
Sistemas Silvopastoriles Y Almacenamiento De Carbono: Potencial Para América Latina, M. Kanninen	54
Fijación De Carbono En Sistemas Silvopastoriles: Una Propuesta Metodológica, H. Andrade Y M. Ibrahim	62
Almacenamiento De Carbono Por Gliricidia Sepium En Sistemas Agroforestales De Yaracuy, Venezuela, K. Sánchez; C.Ruiz-Rivera; M.Milla; H. F. Messa Y A.Escobar	73
Comentarios	84
Tercera Sección: Relaciones Socioeconómicas	96
Introducción A La Sección	96
¿Ayudará La Intensificación De La Ganadería A Salvar Los Bosques Tropicales De América Latina?, D. Kaimowitz Y A. Angelsen	93
Conservación Rentable:Una Revisión De Lo Qué Funciona Con Respecto A La, P.J. Ferraro Y D.Simson	108
Capitalización E Ingresos Generados Con Una Gestión Ambiental Positiva En Fincas Ganaderas, C. Pomareda	116

Aprovechamiento Agroforestal Y Servicios Ambientales (Captura De Carbono) En Comunidades Indígenas De Chiapas, México, G.Jimenez Ferrer; L.Soto Pinto; B.De Jong; A.Vargas	122
Sistemas Silvopastoris Como Alternativas De Desenvolvimento Sustentável Para Regiões Suscetíveis À Degradação Ambiental No Sudoeste Do Estado Do Rio Grande Do Sul, J. Ribaski; M.Rakocevic Y S.A. Guetten Ribaski	128
Comentarios	132
Cuarta Sección: Mercados Y Marco Regulatorio Para Servicios Ambientales	142
Introducción A La Sección	142
Oportunidades Y Requisitos Para El Pago De Servicios Ambientales A Proyectos De Desarrollo Limpio, L. Pedroni	143
Servicios Ambientales, Agroecología Y Relaciones Norte – Sur, M. Altieri	156
Acceso Al Pago De Servicios Ambientales En Costa Rica, M. Gutiérrez	162
Algunas Experiencias En El Pago De Servicios Ambientales Con Énfasis En Captura De Carbono, M.V. Araya	169
Comentarios	178
Síntesis Conceptual, Los Moderadores	186
Conclusiones Y Evaluación De La Conferencia Electrónica, M. Rosales.	190
Autores	196

Preámbulo

INTRODUCCIÓN

Tal como fue expuesto en la carta de invitación, se anticipa que esta conferencia nos permita mejorar nuestro conocimiento sobre los aspectos técnicos, económicos, sociales y de gestión, para hacer posible la valoración y venta de servicios ambientales a partir de la producción ganadera en sistemas silvopastoriles. Para tal propósito, se ha considerado oportuno organizar la conferencia alrededor de cuatro temas principales. A continuación se hace referencia a aquellos aspectos que se considera importante destacar, en cada uno de los grandes temas.

Son necesarios sin embargo dos comentarios. El primero es que en esta nota no se pretende abordar todos los temas. Además de esta primera nota, habrá una al inicio de cada sección de la conferencia. Y segundo, es precisamente durante la conferencia que saldrán al aire otros temas complementarios a los aquí expuestos.

Es conveniente mencionar que en cuanto a los beneficios ambientales, queremos referirnos a aquellos para los cuales se están desarrollando mercados, así como aquellos que son directamente capitalizables por parte de la unidad de producción o empresa que hace el manejo adecuado de sus recursos. Por ejemplo, un manejo adecuado del bosque y el establecimiento de sistemas silvopastoriles, puede permitir la eventual venta del servicio de secuestro de Carbono. Pero también puede permitirle al productor la eventual puesta en marcha de un proyecto de agroturismo. En el primer caso recibe un pago por las toneladas de Carbono secuestrado; en el segundo caso, los ingresos se generarán en la medida que atraiga turistas a disfrutar de la biodiversidad y el manejo de una finca ganadera modelo. Desde luego que las dos iniciativas no son excluyentes.

Por último, el compromiso fundamental que adquirimos al participar en esta conferencia electrónica, es compartir conocimientos. El resultado más valioso de este esfuerzo colectivo es que la suma del conocimiento aportado es capitalizada por todos quienes participan. En tal sentido, cada aporte, cada pregunta, cada comentario, debe hacerse con una reflexión: ¿Estoy contribuyendo a mejorar el conocimiento?

ASPECTOS BIOFÍSICOS DE LOS SISTEMAS PECUARIOS RELACIONADOS CON LA BIODIVERSIDAD

En este campo están los aspectos fundamentales del conocimiento que permiten argumentar a favor del potencial de los sistemas silvopastoriles para generar efectos positivos sobre el ambiente y por lo

tanto ofrecer servicios ambientales. Nuestra discusión al respecto debe sustentarse en la base científica y en la evidencia empírica que demuestran que el manejo adecuado de los recursos naturales conduce a la mayor calidad de la biodiversidad.

Es importante una discusión rica que explique en forma simple las micro relaciones que sustentan la biodiversidad visible (aves, rumiantes silvestres, hierbas, etc.). Es decir la relaciones entre microorganismos vivos en el suelo, las excretas, el agua y el aire, los cuales al desarrollarse permiten la generación de alimentos y hábitat para las plantas superiores, aves y otras especies animales. También es importante contribuir a la explicación de como ocurre la transformación de los sistemas silvopastoriles a través del tiempo, en distintos ecosistemas.

La importancia del manejo del agua debe ocupar un lugar especial en esta etapa de la discusión. Esto es particularmente necesario como parte del manejo integrado de los recursos naturales en aquellas zonas donde el agua es el factor crítico para la vida y donde por exceso, en ciertas ocasiones, implica riesgos y posibilidades de desastres.

ASPECTOS BIOFÍSICOS RELACIONADOS A LA DINÁMICA DEL CARBONO.

En este terreno el conocimiento científico es más complejo. Al respecto es necesario contribuir al entendimiento de los microprocesos de evolución del Carbono en los seres vivos, como se acumula en las partes vegetales, en las raíces y el suelo, y como es el ciclo del carbono. Asociado a ello es necesario aprender a monitorear el proceso de secuestro de Carbono y a valorar los riesgos de pérdida.

Existen aun muchas preguntas que requieren investigación, y que es necesario definir para esclarecer los procesos de acumulación asintótica del Carbono en las raíces, los árboles y los suelos. Y relacionado con ello, como ocurre el proceso de oxidación. Esto, sabemos en primera instancia que funciona a velocidades diferentes, dependiendo de los ecosistemas, y entonces es importante aclarar cuales son los temas de investigación en este campo.

También es reconocido que el ciclo del Carbono es influenciado por la presencia de otros elementos minerales y la propia presencia de microorganismos. A ello se suma la inquietud sobre las interacciones en cuanto a secuestro de Carbono vis a vis la emisión de otros gases en particular Metano. Esto último como resultado de la eliminación de gases en los rumiantes. Así mismo, se requiere conocer más sobre las eliminaciones de Nitrógeno, como resultado de la fertilización de los pastos.

ASPECTOS SOCIOECONÓMICOS DE LOS SERVICIOS AMBIENTALES

Luego de comprender los aspectos físico biológicos de los procesos en ausencia del hombre, es necesario entender como su presencia es capaz de modificar estos procesos en forma positiva o negativa. Este es un tema central por cuanto el manejo es fundamental en cualquier estrategia que permita una gestión ambiental satisfactoria de los sistemas de silvopastoriles.

Ofrecer servicios ambientales en bosques, parques nacionales y áreas protegidas tiene la gran ventaja administrativa que solo hay que monitorear el desarrollo de la naturaleza. Hacer esto en sistemas

silvopastoriles, exige un entendimiento claro de las relaciones plantas-animales-hombre. Esto a su vez es influenciado por costumbres de las personas y precios de los bienes y servicios.

Relacionado a esto surge el tema de la viabilidad de poder ofrecer servicios ambientales desde pequeñas unidades de producción y en zonas pobres y degradadas. La pregunta es si debe en este caso otorgarse un incentivo económico por el servicio ofrecido, o si debe ofrecerse un subsidio para que esos productores puedan vivir sin acabar de agotar los ya magros recursos que poseen.

MERCADOS Y MARCO REGULATORIO PARA SERVICIOS AMBIENTALES

Este es un campo en el que hay mucho por aprender con base en la interacción profesional entre quienes entienden los procesos biofísicos y químicos y quienes tratan de promover el mercado para los servicios ambientales. Se parte del principio de que quienes reducen los efectos dañinos del Monóxido de Carbono y otros gases en la atmósfera, quienes protegen las cuencas para que el agua que discurre no erosione y quienes contribuyen a enriquecer la biodiversidad, ofrecen servicios que requieren ser remunerados. Las preguntas desde luego nos llevan a temas como ¿quién debe pagar, cuanto, por cuánto tiempo y con qué frecuencia?.

Las interrogantes se acrecientan cuando no existen mercados para estos servicios y se está tratando de desarrollarlos. Por otro lado, surgen inquietudes sobre la viabilidad de estos mercados cuando existe el riesgo moral o cuando hay la posibilidad de cobrar por el servicio, cuando al mismo tiempo se están generando rentas directas por el aumento de la productividad asociada a una gestión ambiental positiva.

Existe la expectativa de que se desarrollen mercados para los servicios ambientales. Sin embargo, es bastante reconocido que para que ello ocurra, debe existir un marco regulatorio que de origen a transacciones de mercado. Por un lado, sanciones que estimulen a los contaminadores a buscar soluciones endógenas a sus empresas y por otro que procuren soluciones comprando el servicio de quien recoge y secuestra la emisión.

Fomentar este proceso para dar origen a mercados por servicios ambientales, requiere un marco institucional (legislación) y organizaciones. Esto es necesario a nivel local, nacional e internacional. En este último espacio, los esfuerzos para un acuerdo global sobre la propuesta del Protocolo de Kyoto aun tienen un largo camino por recorrer. En lo nacional, la legislación es bastante más abundante que la capacidad de las entidades responsables de su administración, y en lo local los vacíos son más notorios aún.

En varios países ya hay algunos avances en este campo. En otros casos se han establecido acuerdos bilaterales para la prestación de servicios, a manera de programas pilotos. ¿Qué se puede anticipar sobre estos aspectos centrales que permitirían el desarrollo de los mercados por servicios ambientales? ¿Qué se puede aprender de las experiencias en curso?

Un comentario final para el desarrollo de la conferencia: La formación académica y experiencia de los participantes seguramente será muy variada, pero también lo son los temas a ser tratados. Con esta

consideración, los aportes deben ser hechos en un lenguaje sencillo, que permita que todos, independientemente de sus áreas de formación académica, entiendan los mensajes.

LOS MODERADORES.

Primera Sección: Aspectos Biofísicos De Los Sistemas Silvopastoriles Relacionados Con Biodiversidad

INTRODUCCION A LA SECCION

En la primera ponencia de la sección, “Potencialidades de los sistemas silvopastoriles para la generación de servicios ambientales”, Muhammad Ibrahim y Jairo Mora discuten los diversos servicios ambientales que los sistemas SSP pueden proveer, si estos son diseñados y manejados apropiadamente. Ellos proveen una revisión de literatura del estado actual del conocimiento sobre la oferta de servicios ambientales a partir de estos sistemas, como también una introducción general de las distintas temáticas y tópicos que serán discutidos durante la conferencia. Los autores anotan que aunque hay un gran interés en el diseño y establecimiento de SSP para proveer servicios ambientales, aún hay significantes vacíos en nuestro conocimiento de los factores biofísicos que influyen en los servicios ambientales generados por estos sistemas.

En la segunda ponencia, "La conservación de la biodiversidad en sistemas silvopastoriles", Celia Harvey revisa las diferentes maneras en las cuales dichos sistemas pueden ayudar a conservar la biodiversidad, proveyendo hábitat y recursos para especies de animales y plantas y sirviendo como pasaderas o corredores para algunas especies. Ella enfatiza que mientras los sistemas SSP tienden a conservar una mayor biodiversidad que los sistemas extensivos de pasturas, estos usualmente hospedan una biodiversidad más baja que los hábitats naturales. Además ella identifica vacíos claves en la comprensión de como diseñar y manejar sistemas silvopastoriles para la conservación de la biodiversidad y la producción sustentable.

En la tercera ponencia "La avifauna terrestre de una zona ganadera e los Llanos de Venezuela", Marie-Noël de Visscher muestra un estudio de caso de las comunidades de aves presentes en un paisaje pastoral con bosques remanentes, pasturas y otros elementos arbóreos, e ilustra como los cambios en el uso y manejo de la tierra pueden influenciar las comunidades de aves. En particular ella sugiere la importancia de la altura y estructura de la vegetación en la determinación de la diversidad y abundancia de aves.

Algunos de los temas claves que surgen de estas ponencias incluyen:

1. Cuantificación del almacenamiento del secuestro de carbono en sistemas silvopastoriles y los factores que influyen las tasas de almacenamiento. Mientras hay un gran interés para en el pago de incentivos por almacenamiento de carbono en SSP y otros sistemas agrícolas, aún es limitada la información sobre la tasa de carbono secuestrado en el suelo y la estabilidad de este, así como también de los factores que influyen las tasas de almacenamiento. ¿Que información adicional se requiere para entender la dinámica del almacenamiento de carbono en el largo plazo, en SSP y cuales factores influyen las tasas de almacenamiento? ¿Cómo podrían cambiarse las prácticas de manejo de pasturas y ganado para mejorar las tasas de almacenamiento de carbono?
2. Ciclos hidrológicos en sistemas de producción ganaderos. El recurso agua puede llegar a ser uno de los recursos más limitantes en el futuro. En cuencas hidrográficas donde la ganadería extensiva constituye el mayor uso de la tierra las tasas de escorrentía y sedimentación de ríos pueden llegar a ser altas. ¿Cómo pueden los SSP ser diseñados y manejados para reducir las tasas de escorrentía y prevenir la erosión del suelo?.
3. Emisión de gases de efecto invernadero desde SSP. Los sistemas de producción ganadero emiten considerables cantidades de CO₂, CH₄ y NO₂, sin embargo hay pocos estudios que han considerado como mitigar la emisión de gases de efecto invernadero con SSP. ¿Se puede mediante el uso de dietas mejoradas, el uso de razas de animales que son más eficientes en la conversión alimenticia y la fertilización orgánica ayudar a reducir la emisión de gases del efecto de invernadero? ¿Los SSP emiten más bajas cantidades de gases de efecto de invernadero que los sistemas de pastoreo extensivo u otros usos de la tierra?
4. Conservación de la biodiversidad en SSP. El diseño y manejo de sistemas silvopastoriles para conservar la biodiversidad puede estar en conflicto con los fines productivos. ¿Cómo se puede mejorar el diseño de SSP para optimizar ambos fines de producción y conservación? ¿Cuales son las complementariedades (trueques) y conflictos entre estas las metas de producción y conservación? ¿Debería darse incentivos a los agricultores para conservar la biodiversidad dentro de sus fincas?
5. Una estrategia al nivel de paisaje para la conservación de la biodiversidad y el suministro de otros servicios ambientales. Se ha reconocido de manera creciente que los esfuerzos para conservar la biodiversidad deben ser enfocados al paisaje completo para que ellos sean exitosos. El suministro de otros servicios ambientales (*e.g.* conservación del agua, conservación del suelo y secuestro de carbono) también sucede a grandes escalas y provee beneficios locales y regionales. ¿Cómo pueden los sistemas silvopastoriles integrarse exitosamente dentro de estrategias que persigan la conservación de biodiversidad y el suministro de servicios ambientales al nivel de paisajes? ¿Qué entidades deberían ser responsables para la coordinación de estrategias en el ámbito de paisaje para servicios

ambientales y qué nuevas políticas deberían ser implementadas para asegurar la cooperación en el ámbito de paisaje?.

Son bienvenidos sus comentarios e ideas sobre estos temas y tópicos relacionados, y continúe participando activamente en la discusión.

CELIA HARVEY

Potencialidades De Los Sistemas Silvopastoriles Para La Generación De Servicios Ambientales

MUHAMMAD IBRAHIM Y JAIRO MORA-DELGADO

SUMMARY

The gradual transformation of forests to pastures and agricultural lands has had profound negative ecological impacts in the Latin American region. However, the implementation of silvopastoral systems to replace grass monocultures in extensive ranching or traditional cattle production systems can contribute to a reduction of environmental degradation, recovery of degraded pastures and increased and diversified farm productivity. This article discusses various environmental services that silvopastoral systems may provide, if they are designed and managed appropriately. The Authors provide an overview of the current state of knowledge on the provision of environmental services by silvopastoral systems and note that although there is great interest in designing and establishing silvopastoral systems to provide environmental services, there are still significant gaps in the knowledge about the relations between biophysical factors and environmental services. On the other hand, this article comments on the effects of silvopastoral systems on natural resources: water, soil, and biodiversity, based on results of research conducted by CATIE and other institutions. The authors provided some ideas for discussion during the electronic conference and raised a few questions which should be addressed through scientific research.

INTRODUCCIÓN

En muchas regiones de Mesoamérica y Suramérica, durante las últimas 3 décadas se ha intentado reconvertir los sistemas de producción agropecuarios tradicionales hacia sistemas intensivos mediante programas de asistencia técnica, educación ambiental e incentivos con resultados exiguos o infructuosos. Esto obliga a las agencias de desarrollo, institutos de investigación y donantes internacionales a pensar en opciones alternas encaminadas a compatibilizar las prácticas productivas con las acciones conservacionistas, o en el mejor de los casos hacer de ellas una misma cosa.

La vinculación de las actividades productivas a los mercados de servicios ambientales podría constituir una vía para el propósito mencionado, puesto que el productor tiene la opción de continuar produciendo alimentos, materias primas y servicios a la par de ofertar beneficios para la sociedad y el planeta en su conjunto, es decir participar como oferente de servicios ambientales por los cuales los demandantes (la sociedad) debería pagar como se paga por cualquier otro servicio en el mercado.

En los sistemas pecuarios tradicionales, el uso de prácticas inadecuadas, como el sobrepastoreo y la quema, ha conducido a la degradación de los recursos naturales (degradación de pasturas y suelos, contaminación de fuentes de agua, pérdida de biodiversidad). En estos sistemas, bien pueden hacerse transformaciones tecnológicas que impliquen mejoras en los sistemas y a la vez generen servicios ambientales, mediante el uso y adaptación de prácticas agrícolas mejoradas capaces de: almacenar carbono en suelo y biomasa aérea, disminuir emisiones de gases de efecto invernadero (dióxido de carbono, metano, óxido nítrico), incrementar biodiversidad en flora y fauna y mantener fuentes de agua potable.

En sistemas ganaderos tropicales, ya se han probado prácticas que cumplen con este doble fin. Así, la introducción de tecnologías silvopastoriles, como la siembra de árboles en los potreros, el uso de cercas vivas, cortinas rompevientos, bancos forrajeros, al tiempo que mejoran la calidad de la dieta nutricional (disminuyendo la capacidad de emitir metano de los bovinos), también ayudan a liberar áreas degradadas para permitir en ellas la regeneración natural, constituirse como sumideros de carbono y hábitat de diversos organismos o corredores que permiten la conectividad entre ecosistemas más estables (*e.g.* entre bosques riparios).

Los sistemas silvopastoriles si bien no son de uso generalizado cada día se están difundiendo más por los beneficios probados que representan para el productor. Los agricultores y ganaderos se han interesado en el manejo de árboles en pasturas debido a su valor para proveer alimento de alto valor nutritivo especialmente durante la época seca, y por su valor económico como madera y fuente de servicios ambientales *e.g.* sumidero de carbono y conservación de la biodiversidad) (Harvey y Haber, 1999; Souza *et al.* 2000).

El propósito de este documento es motivar la discusión sobre las potencialidades de los sistemas silvopastoriles para generar servicios ambientales. En un sistema silvopastoril se presentan interacciones entre el componente animal, una o más especies leñosas y las pasturas, para generar diversos productos que son aprovechados por el hombre. Se entiende por un servicio ambiental la capacidad que tienen los ecosistemas para generar bienes y servicios útiles para el hombre y la sociedad, entre los cuales se pueden citar: regulación de gases de efecto invernadero; producción de oxígeno y secuestro de carbono; belleza escénica y protección de la biodiversidad, suelos y recurso hídrico. Se analiza principalmente la potencialidad de los sistemas silvopastoriles para generar dichos servicios. Para tal fin, se revisa información, generada por varios investigadores en diferentes escenarios agroambientales, sobre el papel de los sistemas silvopastoriles en la conservación de los

recursos naturales (biodiversidad, suelos y aguas) así como también, sus potencialidades en la reducción de gases de efecto invernadero, principalmente el carbono.

DINAMICA DEL CARBONO EN PASTURAS

En la historia de la ciencia del suelo se han propuesto una variedad de modelos del ciclo del carbono que se basan en la descomposición y flujos de C y N a través de diferentes compartimentos: Jenny, (1941), Henin y Dupuis (1945), Jekinson y Rainer (1977), van Veen *et al.*(1984), van Veen y Paul (1981), Partón *et al.* (1987).

Entre estos, uno de los mas utilizados en paisajes de pasturas es el modelo de Parton *et al.* (1987) o CENTURY MODEL. En este la dinámica de la materia orgánica del suelo se desarrolla en tres compartimentos a saber: pool activo, pool lento y pool pasivo. El modelo considera que la materia orgánica del suelo (MOS) comprende tres fracciones con tiempos medios de permanencia cada vez mayores, los cuales son: MOS activa (1-2 años tiempo medio de permanencia); MOS lenta (20-50 años); MOS pasiva (800-1000 años).

El modelo propuesto por Van Veen *et al.* (1984) sugiere que los sustratos que ingresan al suelo pueden fraccionarse en tres compartimentos orgánicos: 1. aminoácidos y azúcares de fácil degradación 2. Celulosa y hemicelulosa de lenta degradación, 3. Lignina resistente. Una vez que estos materiales son transformados llegan a formar parte de otros reservorios de materia orgánica en el suelo, gracias a la actividad descomponedora y sintetizadora que juegan los microorganismos del suelo (biomasa microbiana). El modelo describe la descomposición de los residuos de plantas, la restitución de la materia orgánica y el curso del carbono entre los siguientes compartimentos: Materia microbiana degradable; materiales microbianos y de plantas recalcitrantes (no protegidas); materia orgánica activa (protegida) y materia orgánica estable (Paul y Clarck, 1989; Van Veen *et al.* 1984).

Una vez que los materiales orgánicos provenientes del mantillo (residuos de hojas, pedazos de ramas, frutos, estiércol) ingresan a los compartimentos del suelo, estos van a enriquecer uno u otro compartimiento, dependiendo de la calidad de los mismos. También la composición de dichos materiales será determinante en la modificación de atributos físico-químicos (CIC, pH, suma de bases), físicos (porosidad, resistencia a la penetración, conductividad hidráulica, etc.) y biológicos del suelo.

Los materiales orgánicos de especies de árboles con alta relación C/N y Lignina /N producen materia orgánica con alta densidad de carga. Al respecto el estudio de Oorts *et al.* (1999) en sistemas agroforestales señala que los residuos orgánicos mas resistentes parecieran inducir una carga mas alta y por lo tanto estos materiales fueron responsables de una mayor contribución de la materia orgánica a la CIC del suelo. El estudio concluye que una parte significativa de la variación en la CIC encontrada entre diferentes tratamientos (suelos bajo SAF con cinco especies de árboles multipropósito) podría ser explicada por las diferencias en la composición bioquímica de los residuos orgánicos del mantillo.

Los agroecosistemas pueden constituir fuentes o sumideros de gases de efecto invernadero, dependiendo del manejo que en ellos se realice. Las investigaciones muestran datos contrapuestos en

cuanto al efecto de las pasturas sobre el carbono del suelo. Algunos casos, evidencian que las pasturas aumentan el almacenamiento de carbono, mientras en otros, el establecimiento de praderas libera considerables cantidades de dióxido de carbono a la atmósfera (Conant, 2001). Algunos factores relacionados con el efecto sobre la dinámica del carbono tienen que ver con el manejo del agroecosistema, entre ellos los más estudiados son: manejo del fuego, labranza, especies y manejo de gramíneas y leguminosas, presión de pastoreo, prácticas de control de malezas, y cambios de uso de la tierra.

En América Latina, entre 1850 y 1985, se cuantifican alrededor de 30 Pg liberados a la atmósfera, provenientes de los cambios en el uso de la tierra (Houghton *et al.* 1991), principalmente de bosques naturales a pasturas. Mas de 35 % de las pasturas de América Central presentan signos de degradación mas o menos avanzada (Szott *et al.* 2000). Una proporción importante de las emisiones de carbono, viene de la conversión de bosques tropicales a pasturas (Ibrahim *et al.* 2000).

El cambio de uso de bosques a pasturas disminuye los contenidos de carbono en el suelo, debido a aumentos de temperatura que aceleran los procesos oxidativos de compuestos orgánicos (Fearnside *et al.* 1998). También, prácticas tradicionales como quemas, labranza convencional y disturbios en los ecosistemas como el desmonte y el subsiguiente disturbio del suelo aumentan la actividad microbial y los procesos oxidativos. Es decir, la actividad oxidativa de los organismos del suelo y el metabolismo radical son fuentes significativas de pérdida de carbono desde el suelo. Se dice que casi una tercera parte de la respiración total del suelo bajo pasturas es atribuida al sistema radical, aunque esta proporción varía en función de diferencias en la biomasa radical (Buyanovsky *et al.* 1987).

Al desmontar el bosque y pasar a pasturas, se pierde considerable cantidad de carbono edáfico, siendo mayor la pérdida en pasturas degradadas, al pasar en los primeros 20 cm. de suelo de 42.0 t C ha⁻¹ en bosque a 34.5 t C ha⁻¹, y a 35.2 t C ha⁻¹ en pasturas productivas (Fearnside *et al.* 1998). Detwiler (1988) estimó que el cultivo de suelos de bosques tropicales reduce su contenido de carbono en 40%; el uso de estos suelos en pasturas reduce cerca del 20% (Veldkamp 1994). Esta disminución del contenido de carbono orgánico del suelo (COS), conduce a pérdida de fertilidad e incremento en la emisión de gases de efecto invernadero (Lugo y Brown 1993; Fisher *et al.* 1994).

Por otra parte, prácticas tradicionales como las quemas anuales en sabanas tropicales reducen las adiciones de materia orgánica al suelo (Fearnside *et al.* 1998). Las perdidas de carbono están relacionadas a la remoción de la vegetación y a las perdidas de materia orgánica. Especies de pasturas con baja producción de biomasa (*e.g.* *Axonopus compressus*) tienden a producir menos emisiones de carbono en comparación con las pasturas de especies mejoradas de alta productividad como *Brachiaria dictyoneura* (Veldkamp 1993, 1994)

CAPTACION DE CARBONO EN SISTEMAS SILVOPASTORILES

La introducción de tecnologías silvopastoriles, como la siembra de árboles en potreros, el uso de cercas vivas, cortinas rompevientos y bancos forrajeros, a la vez que mejoran la calidad de la dieta

nutricional (disminuyendo la capacidad de emitir metano de los bovinos), también ayudan a liberar áreas degradadas para permitir en ellas la regeneración natural y constituirse como sumideros de carbono.

En América Central la retención de especies leñosas en pasturas es común. Casi 90% de los productores tienen árboles en pasturas con el objeto de proveer sombra a los animales, principalmente en las zonas calurosas (Leeuwen y Hofsted 1995; Ibrahim *et al.* 1998; Souza *et al.* 2000). Según Souza *et al.* (2000), los rendimientos de leche de ganaderías especializadas en las cuales se han introducido árboles en las pasturas como sombrío, presentaron rendimientos de un 20% más altos, comparados con los rendimientos obtenidos de vacas manejadas sin sombra.

Un reciente estudio en el pacífico seco de Nicaragua mostró que los agricultores mantienen árboles adultos de *Acacia pennatula* (30 - 40 árboles.ha⁻¹) en pasturas, debido a que los frutos de esta especie suministra alimento a los animales en la época seca cuando los rendimientos de *Hyparrhenia rufa* disminuyen notablemente. Se ha documentado que los rendimientos de los frutos *A. pennatula* varían entre 28 y 35 kg/árbol (Casasola 2000).

La conversión de pasturas a sistemas silvopastoriles (*e.g.* plantaciones con pastoreo, bancos para la producción de forraje, regeneración natural de especies forestales sobre pasturas) puede reducir las pérdidas de carbono del suelo. Una plantación de cinco años de *Acacia mangium* sobre un suelo ácido, conservó altos contenidos de material orgánico en el suelo respecto a una pastura pura (Camero *et al.* 2000). A su vez, una regeneración natural de *Cordia alliodora* (3 - 7 años) asociada con *P. maximum*, sobre un medio fértil de suelo aluvial presentó similares valores de material orgánico del suelo, comparada a la pastura sola (180 - 200 Mg C ha⁻¹) (López *et al.* 1999). El estudio de López (1999) en Costa Rica, demuestra que en un sistema silvopastoril el suelo almacena por lo menos seis veces más C que la madera del tallo de *C. alliodora*.

En muchos sistemas tradicionales localizados en el pacífico seco de la zona central de Costa Rica, los árboles multipropósito (*e.g.* *Guazuma ulmifolia*, *Brosimum alicastrum*, *Pithecellobium saman* y *Enterolobium cyclocarpum*) producen forraje y frutos con altos contenidos de energía (DMSIV = 55 80%) y proteína cruda (14 - 25%), para el consumo de los animales (Benavides, 1994; Ibrahim *et al.* 1998).

El uso de especies leñosas asociadas a las pasturas en sistemas pecuarios, tiene que evaluarse desde la perspectiva de su contribución a la disminución de emisiones de gases de efecto invernadero y de la captación de carbono, además de la factibilidad de sustituir en la época seca los suplementos de origen agroindustrial (concentrado, pollinaza, gallinaza) por suplementos producidos en finca (arbustos forrajeros). Estos posiblemente provean beneficios ambientales al productor, como la protección de los suelos contra la erosión, principalmente en zonas de ladera.

El incremento de cobertura vegetal como la conversión de pastura pura a sistemas silvopastoriles aumenta la cantidad de carbono almacenado. Winjum *et al.* (1992) estimaron que la reforestación, la agroforestería y la protección de bosques de 300 a 600 mil hectáreas en los trópicos podrían conservar y

almacenar entre 36 - 71 Pg de carbono durante más de 50 años. Dixon (1995) estima un rango similar, donde 500 - 800 ha bajo bosques o sistemas agroforestales manejados a través del mundo podrían potencialmente almacenar 0.5 - 1.5 Pg C ha⁻¹. La cantidad de carbono fijado por árboles depende de las características de la especie, tasa de crecimiento y longevidad como también de las condiciones de sitio, localización, clima y rotación.

Durante una simulación de 50 años, el carbono orgánico del suelo bajo pasturas (COS) medido a 1 m de profundidad, se incrementó de 71 a 79 Mg C ha⁻¹, para un incremento neto de 0.16 Mg C ha⁻¹ año⁻¹. En contraste, el COS disminuyó en 4.7 y 2.9 Mg C ha⁻¹ (0.19 y 0.12 Mg C ha⁻¹ año⁻¹) durante el primer y segundo período de cosecha de pino (cada uno de 25 años), respectivamente.

Por otra parte, se han reportado incrementos en los inventarios de carbono en suelos después de desmonte del bosque hacia pastura (Lugo y Brown 1993; Fisher *et al.* 1994), especialmente para pasturas bien manejadas. Las pérdidas de carbono orgánico del suelo (COS) son menores cuando se cambia a pasturas que a cultivos (Veldkamp 1993), de hecho, muchas pasturas actúan como sumideros de carbono (Fitter *et al.* 1997). El incremento en COS es evidente bajo pasturas en sistemas sin labranza con cobertura continua (Cole *et al.* 1993; Lee *et al.* 1993; Lee y Dodson 1996). Además, las pasturas juegan un papel importante debido a la gran área que ellas cubren en el planeta (Detwiler 1986; Houghton *et al.* 1991; Van Dam *et al.* 1997).

Otros autores afirman que la dinámica del carbono en suelo bajo pasturas depende del manejo al que estas sean sometidas. Un manejo inadecuado de las pasturas, podría constituir una fuente de emisiones de carbono, liberando en un suelo de 8 m de perfil una cantidad de 13.7 t C ha⁻¹, mientras que si el manejo fuera el ideal, los niveles de carbono almacenado de estas pasturas podrían incrementarse en 20.3 t C ha⁻¹ (Fearnside *et al.* 1998).

En pasturas bien manejadas donde antes fueron bosques, los sistemas radicales de los pastos pueden redistribuir el carbono en las capas más profundas del suelo (Nepstad *et al.* 1991), donde se almacena en formas más estables y es menos susceptible a oxidación (Batjes y Sombroek 1997). Muestreos repetidos en sitios cultivados que habían sido convertidos a pasturas mostraron incrementos en COS durante varias décadas. Las altas tasas de producción de raíces de los pastos pueden explicar la alta capacidad de acumulación de carbono por parte de las pasturas (Cerri *et al.* 1991; Brown *et al.* 1992).

EMISIONES DE METANO EN SISTEMAS GANADEROS

En pasturas mal manejadas los efectos sobre el ambiente no solo deben analizarse por las emisiones de carbono; la emisión de otros gases de igual o mayor peligro podrían conllevar serios peligros para el ambiente global, como son las emisiones de CH₄, y N₂O.

El metano (CH₄) es liberado por el ganado como producto secundario de la digestión. La transformación de los carbohidratos en el tracto digestivo de herbívoros (incluyendo insectos y humanos) da como resultado la producción de metano. El volumen de metano producido mediante este proceso es conocido como "fermentación entérica" y es más grande en los animales rumiantes, tales

como ganado vacuno, búfalos, ovejas, cabras y camellos. El potencial del metano para el calentamiento global es más o menos 24 veces más alto que el de CO₂ se asume que el CH₄ contribuye 24 veces más al calentamiento global que el CO₂ (LEAD 2001).

Las emisiones de metano de animales rumiantes domésticos pueden ser reducidas en la medida en que los productores usen razas de ganado eficientes en la conversión alimenticia y sistemas de pastoreo con forraje mejorado de alta calidad, toda vez que los animales que pastan en praderas de pobre calidad producen más CH₄ por unidad de alimento consumido (Boadi *et al.* 2000).

La alimentación en confinamiento, mediante el uso de raciones balanceadas que manejen apropiadamente la digestión de comida con alto contenido de energía pueden también reducir emisiones directas (Wittenberg y Boadi 2001), pero incrementar emisiones indirectas provenientes de la producción y el transporte de alimento. El CH₄ producido en los sistemas de eliminación de desechos puede proporcionar un aporte de energía en la finca y utilizado de esta manera no es emitido a la atmósfera. Por encima de todo, se considera que 35% de la reducción global potencial de las emisiones de CH₄, provienen de la agricultura (LEAD 2001).

SERVICIOS AMBIENTALES EN SISTEMAS SILVOPASTORILES

Conservación del recurso agua

El manejo de las cuencas hidrográficas juega un papel fundamental en la conservación del recurso agua. Al nivel de la cuenca la cobertura vegetal, especialmente los bosques nubosos, regulan el ciclo hidrológico (Walling 1980). Las especies de bosque nuboso están adaptadas para satisfacer sus necesidades de agua, interceptando agua de las nubes una vez que estas son normalmente envueltas en nubes o neblina. Bajo condiciones de precipitación normal la interceptación de la lluvia por las copas de los árboles reduce la cantidad de agua que cae al suelo (Ibrahim *et al.* 2001).

La presencia de árboles afecta la dinámica del agua de varias formas: actuando como barreras, las cuales controlan la escorrentía; como cobertura, la cual reduce el impacto de gota, y como mejoradores del suelo, incrementando la infiltración y la retención de agua (Young 1997). Pasturas bien manejadas con bajas presiones de carga animal, lo cual mantiene una buena cobertura a través del año son muy eficientes en la captación de agua. Los bosques de galería en las riveras de corrientes de aguas naturales y artificiales o parches de bosque en las pendientes, mejoran la infiltración de agua dentro del suelo y mejoran la estabilidad de los taludes, disminuyendo el riesgo de erosión. Las tasas de evapotranspiración son mas bajas en sistemas de pasturas sombreadas que en pasturas puras, especialmente donde estas están expuestas a fuertes vientos. Esto conlleva a una mayor humedad del suelo bajo las copas de los árboles comparado a suelos bajo pasturas a campo abierto. A medida que crecen los árboles el impacto positivo sobre la humedad del suelo puede incrementarse (Rhoades 1998).

Bajo condiciones climáticas tropicales de precipitaciones con eventos erosivos de alta frecuencia e intensidad, una cuenca hidrográfica sin cobertura vegetal está más expuesta al impacto de gota, lo cual podría causar severos efectos erosivos. Esto puede agravarse cuando las pasturas son sometidas a

fuerzas presiones de pastoreo (alta carga animal) que exponen el suelo y conducen a la formación de cárcavas, compactación de suelo y por lo tanto a una disminución de las tasas de infiltración y a pérdida de suelo por efecto de la escorrentía. En algunos casos resulta en erosión severa y sedimentación de cuerpos de agua y presas hidroeléctricas (Ibrahim *et al.* 2001).

Un manejo adecuado de las pasturas en el trópico debería incluir la introducción del componente arbóreo, o alternar al menos con fragmentos de bosque (Ibrahim *et al.* 2001) en aras de sostener la base productiva para satisfacer las necesidades humanas y simultáneamente conservar su integridad.

Aunque posturas ambientalistas extremas plantean la "intocabilidad" de los sistemas como la mejor opción para conservar los recursos naturales, las investigaciones demuestran que bajo acciones planificadas la intervención de los ecosistemas podría mejorar la permanencia de uno u otro recurso. En Villa Mills, Costa Rica, a 2600 2800 msnm, un bosque nuboso natural sin explotación recuperó fuentes de agua de aproximadamente $7600 \text{ cm}^3 \text{ ha}^{-1}$, mientras la extracción de 20 o 30 % del área basal de troncos permitió la captación de $10500 - 9300 \text{ cm}^3 \text{ ha}^{-1}$, respectivamente (Turcios, 1995).

Los más altos valores bajo explotación están relacionados con las menores tasas de interceptación (34 % sin ninguna explotación, 24 o 25 % con 20 o 30 % de explotación, respectivamente). Una pastura en la misma región, manejada con bajas tasas de carga (0.5 y 0.6 Unidades Animal), preserva mas agua (12800 y $9800 \text{ cm}^3 \text{ ha}^{-1}$, respectivamente) que el ecosistema de bosque (Turcios, 1995), los cuales podrían ser explicados por la menor interceptación de agua de las nubes, la cual no se pierde a la atmósfera, sino que desciende al suelo debido al habito de crecimiento erecto de las gramíneas que dominan las asociaciones de plantas en las pasturas (Ibrahim *et al.* 2001). No significa esto que se este proponiendo sustituir bosques por pasturas, sino el manejo adecuado de los ecosistemas o agroecosistemas ya existentes.

Conservación del recurso suelo

Los árboles multipropósito sembrados en las pasturas tienen el potencial para rehabilitar áreas degradadas y proporcionar viabilidad económica a los sistemas de producción. En suelos ácidos *Acacia mangium* tiene la capacidad de incrementar el contenido de fósforo y nitrógeno de los suelos bajo pasturas de *Brachiaria humidicola*. Únicamente en suelos fértiles, los sistemas silvopastoriles con *Brachiaria brizantha* y árboles multipropósito como *Erythrina berteroana* o *Gliricidia sepium* lograron similares niveles de nutrimentos a las pasturas asociadas con leguminosas herbáceas como *Arachis pintoi* (Esquivel *et al.* 1998). En zonas altas con condiciones optimas para ganadería de leche, la inclusión de *Alnus acuminata* en pasturas, ha mostrado potencial para restaurar la fertilidad del suelo (Russo 1990). El nitrógeno ($\text{NO}_3 -\text{N}$) en suelos bajo pasturas fue cuatro veces más alto abajo del dosel de árboles de *Inga sp.* comparado con pasturas abiertas (Rhoades *et al.* 1998).

Es necesario el monitoreo de las importaciones y exportaciones de nutrimentos en un sistema silvopastoril, pues los sistemas de corta y acarreo en estos sistemas podrían resultar en un balance negativo de nutrimentos y conducir a la degradación del suelo, sino se cuenta con planes efectivos de

fertilización. Frecuentemente la cantidad de nutrimentos capturados por los árboles no es suficiente para restaurar los nutrimentos exportados en los productos (Benavides *et al.* 1994).

En las pendientes, las barreras vivas en líneas de contorno reducen la erosión del suelo, especialmente en aquellas áreas donde la cubierta de pastura se ha perdido o se ha quemado al final de la estación seca y el suelo está expuesto a las precipitaciones del inicio de la estación lluviosa. Las podas de árboles esparcidas como cobertura muerta o "mulch", reduce la energía cinética de las gotas de lluvia sobre las partículas de suelo. Las copas de los árboles también sirven como un escudo contra el efecto de gota y mitiga el impacto de la intensidad de las lluvias.

Los árboles remanentes y parches de bosque en las pendientes, son importantes barreras para la erosión del suelo, en tanto mas incrementan la capacidad de infiltración del agua. Por el contrario, los árboles aislados también pueden favorecer la erosión del suelo, cuando ellos representan un obstáculo en la pendiente que incrementa la velocidad superficial del agua, iniciándose así un proceso erosivo alrededor de la base del árbol (Glover 1989). Sistemas silvopastoriles que involucran cortinas rompeviento, reducen la erosión eólica (Nair *et al.* 1995).

Conservación de biodiversidad

En comparación a los bosques tropicales las áreas extensas de pasturas puras solo proveen hábitat para muy pocas especies. En las zonas de bosque seco las pasturas son manejadas con fuegos anuales que estimulan el rebrote de las pasturas. Las pocas especies tolerantes al fuego, comúnmente denominadas malezas, que germinan después de este, son eliminadas manualmente, en aras de reducir la competencia con las gramíneas útiles. En estas áreas la diversidad de plantas y animales esta decreciendo continuamente (Ibrahim *et al.* 2000).

En la zona de bosque nuboso de Monteverde, Costa Rica, 190 diferentes especies forestales fueron identificadas en 240 ha de pastura la cual había estado destinada a producción de ganadería de leche por 30 años (Harvey *et al.* 1998). Sin embargo, el numero de árboles por finca fue muy variable (7 - 90 árboles.finca⁻¹), en tanto la densidad de árboles fue de 5 - 80 árboles. ha⁻¹. Los árboles tenían diferentes usos como sombra para el ganado, madera, postes, leña, albergues y fuente de alimentos para pájaros. A primera vista, estos árboles parecen tener un papel relevante en la conservación de la biodiversidad local. Sin embargo, una mirada mas detallada a la regeneración natural mostró que las plántulas de árboles y los árboles jóvenes eran muy escasas, probablemente debido al pastoreo y combate de malezas en las pasturas. Sin regeneración natural estos sistemas silvopastoriles perderán la biodiversidad tan pronto como los árboles mueran (Harvey y Haber 1999).

Igualmente a lo que sucede en plantaciones en línea, cercas vivas, o cortinas rompevientos, los sistemas silvopastoriles son diseñados por el hombre y modificados en el tiempo por la naturaleza. Si ellos son usados para conectar parches de bosques, ellos pueden servir como corredores biológicos para animales y plantas (Burel, 1996). Estos corredores tienen como objetivo permitir que los animales se muevan de un parche a otro, aunque no adopten ese espacio como hábitat para lograr así el intercambio

genético y garantizar la supervivencia futura. En Monteverde, 89 especies diferentes de aves encontraron sus hábitats en cortinas rompevientos asociados con pasturas (Harvey 2000); 25 % de un total de 400 especies de plantas conocidas en la zona se regeneraron en las cortinas rompevientos. Los sistemas silvopastoriles con árboles dispersos escasamente apoyaron la diseminación de semillas desde el bosque hacia las pasturas, especialmente aquellas que son transportadas por especies de aves.

IDEAS PARA LA DISCUSIÓN

- ¿Cuál es la dinámica del carbono en suelos bajo pasturas y sistemas silvopastoriles? ¿Cómo se distribuye el carbono almacenado entre los diferentes reservorios de carbono?
- ¿Cómo manejar los aportes de materia orgánica al suelo para favorecer el enriquecimiento de los reservorios y formas estables de carbono?
- Si las extensas tierras bajo pastura que existe actualmente en Mesoamérica, son manejadas adecuadamente ¿podrían estas constituir importantes sumideros de carbono?.
- ¿Cuales son las opciones tecnológicas (bancos forrajeros, cercas vivas, potreros arbolados, etc.), viables para un adecuado manejo y reconversión de pasturas degradadas?
- ¿Pueden los sistemas silvopastoriles hacer conectividad entre parches de bosque y pueden dar hábitat para diferentes especies animales y vegetales, facilitando así su conservación?
- ¿El establecimiento de sistemas silvopastoriles en pasturas degradadas de ladera, constituye una contribución para la conservación del suelo y la regulación del ciclo hidrológico?.
- ¿Los sistemas silvopastoriles generan efectos positivos para la economía de las familias campesinas y efectos ambientales positivos en el sitio y lejos del sitio (externalidades)?
- ¿Las mejoras ambientales generadas en sistemas silvopastoriles deben ser reconocidos por la sociedad como un servicio ambiental y un beneficio social?.
- ¿Cuales son estrategias que debe adoptar el estado o la empresa privada de pago directo o indirecto de servicios ambientales a sistemas silvopastoriles, que hagan de estos una opción atractiva para el productor y faciliten su diseminación?

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- Batjes, NH; Sombroek, WG. 1997: Possibilities for carbon sequestration in tropical and subtropical soils. *Global Change Biology* 3(2): 161-173.
- Brown, S; Lugo, AE; Iverson, LR. 1992. Processes and lands for sequestering carbon in the tropical forest landscapes. In Wisniewski J; Lugo, AE. Eds. *Natural sinks of CO₂. Water, Air and Soil Pollution* 64: 139-155.
- Benavides, J. 1994. La investigación en árboles forrajeros. In Benavides, J. ed. *Árboles y Arbustos en América Central*. Turrialba, CATIE. p. 3-28 (Serie Técnica. Informe Técnico no 236).
- Boadi, DA; Wittenberg, KM; McCaughey, WP. 2000. Effects of grain supplementation on methane production of grazing steers using the sulphur (SF₆) tracer gas technique. *Can. J. Anim. Sci.* 82: 151-157.

- Burel, F. 1996. Hedgerows and their role in agricultural landscapes. *Critical Reviews in Plant Sciences* 15: 169-190.
- Buyanovsky, GA; Kucera, CL; Wagner, GH. 1987. Comparative analyses of carbon dynamics in native and cultivated ecosystems. *Ecology* 68(6): 2023-2031.
- Camero, A; Camargo, JC; Ibrahim, M; Schlönvoigt, A. 2000. Agroforestería y sistemas de producción animal en América Central. In Pomareda, C; Steinfeld, H. eds. *Intensificación de la ganadería en Centroamérica: beneficios económicos y ambientales*. Turrialba, Costa Rica, CATIE, FAO, SIDE. p. 177-198.
- Casasola, F. 2000. Productividad de los sistemas silvopastoriles tradicionales en Moropotente Estelí, Nicacagua. Tesis Mag. Sc. Turrialba, Costa Rica, CATIE. 90 p.
- Cerri, CC; Volkoff, B; Andreaux, F. 1991. Nature and behavior of organic matter in soils under natural forest, and after deforestation, burning and cultivation, near Manaus. *Forest Ecology and Management* 38:247-257.
- Cole, CV; Paustian, K; Elliott, ET; Metherell, AK; Ojima, DS; Parton, WJ; 1993. Analysis of agroecosystems carbon pools. *Water, Air and Soil Pollution* 70: 357-371
- Conant, R; Paustian, K; Elliott, ET. 2001. Grassland management and conversion into grassland: effects on soil carbon. *Ecological Applications* 11:343-355
- Detwiler, RP; Hall, CAS. 1988. Tropical forest and the global carbon cycle. *Science* 239: 42-47.
- Dixon, RK. 1995. Agroforestry systems: Sources or sinks of greenhouse gases?. *Agroforestry Systems* 31: 99-116.
- Esquivel, J; Ibrahim, M; Jiménez, F; Pezo, D. 1998. Distribución de Nutrientes en el suelo en asociaciones de poró (*Erythrina berteroana*), madero negro (*Gliricidia sepium*) o *Arachis pintoi* con *Brachiaria brizantha*. *Agroforestería en las Américas* 5(17-18): 39-43.
- Fearnside, PM; Barbosa, R. 1998. Soil carbon changes from conversion of forest to pasture in brazilian amazonia. *Forest Ecology and Management* 108: 147-166.
- Fisher, MJ; Rao, IM; Ayarza, MA; Lascano, CE; Sanz, JI; Thomas, JR; Vera, RR. 1994. Carbon storage by introduced deep rooted grasses in the South American savannas. *Nature* 371: 236-238.
- Fitter, AH; Graves, JD; Wolfenden, J; Self, GK; Brown, TK; Bogie, D; Mansfield, TA. 1997. Root production and turnover and carbon budgets of two contrasting grasslands under ambient and elevated atmospheric carbon dioxide concentrations. *New Phytologist* 137: 247-255.
- Glover, N. ed. 1989. *Gliricidia production and use*. Waimanalo, USA. Nitrogen Fixing Tree Association – NFTA.
- Harvey, C. 2000. Windbreaks enhance seed dispersal into agricultural landscapes in Monteverde, Costa Rica. *Ecological Applications* 10: 155-173.
- Harvey, C; Haber, W. 1999. Remnant trees and the conservation of biodiversity in Costa Rican pastures. *Agroforestry Systems* 44: 37 - 68.
- Harvey, C; Haber, WA; Mejías, F; Solano, R. 1998. Remnant trees in Costa Rican pastures. Tools for conservation? *Agroforestry Trees* July-September. 1998: 7-9.
- Henin, S; Dupuis, M. 1945. Essais de bilan de la matiÈre organique du sol . *Annales Agronomiques* 15: 17-29.
- Houghton, RA; Skole, DL; Lefkowitz, DS. 1991. Changes in the landscape of Latin America between 1850 and 1985, 2. Net release of CO₂ to the atmosphere. *Forest Ecology and Management* 38: 173 – 199.
- Ibrahim, M; Abarca, S; Flores, O. 2000a. Geographical synthesis of data on Costa Rica pastures and their potential for improvement. In Hall, C. ed. *Quantifying Sustainable Development. The Future of Tropical Economies*. USA. Academic Press. 423-448p.

- Ibrahim, M; Abarca, S; Flores, O. 1998. Geographical synthesis of data on Costa Rican pastures and their potential for improvement. In Hall, AS; Laake, P. van; Perz, CL; Leclerc, G. eds. *Geographical Modelling: Agriculture, Economy, and Environment in Costa Rica*. San Diego, California. Academic Press.
- Ibrahim, M; Franco, F; Pezo, D; Camero, R; Araya, J. 2000 b. Promoting intake of *Cratylia argentea* as a dry season supplement for cattle grazing *Hyparrhenia rufa* in the subhumid tropics. *Agroforestry Systems* (In press).
- Ibrahim, M; Holman, F; Hernández, M; Camero, A. 2000 c. Contribution of *Erythrina* protein banks and rejected bananas for improving cattle production in the humid tropics. *Agroforestry Systems* 49: 245-254.
- Ibrahim, M; Schlonvoigt, A; Camargo, JC; Souza, M. 2001. Multi-strata silvopastoral systems for increasing productivity and conservation of natural resources in Central America. In Gomide, JA; Mattos, WRS; da Silva, SC eds. *Proceedings. of the XIX International Grassland Congress*. Piracicaba, Brazil, FEALQ. p. 645-650.
- Jekinson, DS; Rainer, JH; 1977. The turnover of soil organic matter in some of the Rothamsted classical experiments. *Soil Science*. 123: 298-305.
- Jenny, H. 1941. *Factors of soil formation. A system of quantitative pedology*. New York, McGraw-Hill.
- Livestock, Environment and Development Initiative (LEAD). 2001. *Livestock and Environment Toolbox*, CD-Room, FAO.
- Lee, J; Phillips, D; Liu, R. 1993. The effect of trends in tillage practices on erosion and carbon content of soils in the US corn belt. *Water, Air, and Soil Pollution* 70: 389-401.
- Lee, J; Dodson, R. 1996. Potential carbon sequestration by afforestation of pasture in the south-central United States. *Agronomy Journal* 88: 381-381.
- Lopez, A; Schlönvoigt, A; Ibrahim, M; Kleinn, C; Kanninen, M. 1999. Cuantificación del carbono almacenado en el suelo de un sistema silvopastoril en la zona Atlántica de Costa Rica. *Agroforestería en las Américas* 6: 51-53.
- Leeuwen, ACJ van; Hofsted, AM. 1995. Forests, trees and farming in the Atlantic Zone of Costa Rica; an evaluation of the current and future integration of trees and forests in farming systems in the Atlantic Zone of Costa Rica. Turrialba, Costa Rica, CATIE. (Serie Técnica. Informe Técnico no. 257)
- Lugo, AE; Brown, S. 1993. Management of tropical soils as sinks or sources of atmospheric carbon. *Plant Soil* 149: 27-41.
- Nair, PKR; Kang, BT; Kass, DCL. 1995. Nutrient cycling and soil erosion control in agroforestry systems. In Juo, ASR ed. *Agriculture and environment: bridging food production and environmental protection in developing countries*. ASA Special Publication No. 60. p. 117-138.
- Nepstead, DC; Uhl, C; Serrao, EAS. 1991. Recuperation of a degraded Amazonian landscape: Forest recovery and agricultural restoration. *Ambio* 20:248-255.
- Oorts, K; Vanlauwe, N; Sanginga, N; Merck, R. 1999. Charge characteristics of soil organic matter fractions in a Ferric Lixisool. (Draft). Belgium. Katholieke Universiteit Leuven.
- Parton, WJ; Schimel, DS; Cole, CV; Ojima, DS. 1987. Analysis of factors controlling soil organic levels of grasslands in the Great Plains. *Soil Science Society of America Journal* 51:1173-1179.
- Paul, EA; Clark, FE. 1989. *Soil Microbiology and Biochemistry*. New York. Academic Press.

- Rhoades, C; Eckert, G; Coleman, D. 1998. Effect of pasture trees on soil nitrogen and organic matter: Implications for tropical Montane Forest Restoration. *Restoration Ecology* 6 (3): 262 - 270.
- Russo, RO. 1990. Evaluating *Alnus acuminata* as a component in agroforestry systems. *Agroforestry Systems* 10: 241-252.
- Souza de Abreu, M; Ibrahim, M; Harvey, C; Jiménez, F. 2000. Caracterización del componente arbóreo en los sistemas ganaderos de La Fortuna de San Carlos, Costa Rica. *Agroforestería en las Américas* 7 (26): 53 - 56.
- Souza de Abreu, M; Ibrahim, M; Silva de Sales, J. 1999. Arboles en pastizales y su influencia en la producción de pasto y leche. In *Memorias de VI Seminario internacional sobre sistemas agropecuarios sostenibles*, Cali, Colombia, CIPAV. CD Rom.
- Szott, L; Ibrahim, M; Beer, J. 2000. The Hamburger Connection Hangover. Cattle pasture land degradation and alternative land use in Central América. CATIE, DANIDA, GTZ
- Turcios, WR. 1995. Producción y valoración económica del componente hídrico y forestal de los robledales de altura bajo intervenciones silviculturales. Tesis Mag. Sc. Turrialba, Costa Rica, CATIE. 80 p.
- Van Dam, D; Veldkamp, E; Van Breemen, N. 1997. Soil organic carbon dynamics: variability with depth in forested and deforested soils under pasture in Costa Rica. *Biogeochemistry* 39: 343-375.
- Van Veen, JA; Paul, EA. 1981. Organic carbon dynamics in grassland soils, 1. Background information and computer simulation. *Canadian Journal of Soil Science* 61:185-201.
- Van Veen, JA; Ladd, JN; Frissel, MJ. 1984. Modelling C and N turnover through the microbial biomass. *Plant Soil* 76:257-274.
- Veldkamp, E. 1993. Soil organic carbon dynamics in pastures established after deforestation in the humid tropics of Costa Rica. Ph.D. thesis. Wageningen, NL, University of Wageningen. 113 p.
- Veldkamp, E. 1994. Organic carbon turnover in three tropical soils under pasture after deforestation. *American Journal of Soil Science Society* 58:175-180.
- Walling, DE. 1980. Water in the catchment ecosystem. In Grower, AM. Ed. *Water Quality in Catchment Ecosystems*. Chichester, UK, Wiley and Sons, p. 174-195.
- Winjum, JK; Dixon, RK; Schroeder, EG. 1992. Estimating the global potential of forest and agroforest management practices to sequester carbon. *Water, Air and Soil Pollution* 64: 213-227.
- Wittenberg, K; Boadi, D. 2001. Reducing Greenhouse gas emissions from livestock agriculture in Manitoba. *Manitoba Climate Change Task Force*. 6 p.
- Young, A. 1997. *Agroforestry systems for soil management*. 2nd. ed. England, CAB International. 320 p.

La Conservación De La Biodiversidad En Sistemas Silvopastoriles¹

CELIA A. HARVEY

SUMMARY

Livestock grazing is one of the most widespread land uses in Central America and is arguably the land use that has had the greatest impact on regional biodiversity. While the negative impacts of the conversion of forests to pasture have been well documented and publicized, surprisingly little attention has been paid to the biodiversity that is retained within active pastures and within pasture-dominated landscapes. Celia Harvey reviews the different ways in which silvopastoral systems can help conserve biodiversity, by providing habitats and resources for plant and animal species, and by serving as stepping stones or corridors for some species. She emphasizes that while silvopastoral systems tend to conserve greater biodiversity than extensive, monoculture pastures, they will usually host lower biodiversity than the natural habitats they replace. In addition, she identifies key gaps in our understanding of how to design and manage silvopastoral systems for both biodiversity conservation and sustainable production.

INTRODUCCION

Mientras los impactos negativos de la conversión de bosques a pasturas han sido bien documentados y publicitados, se ha puesto poca atención a la biodiversidad presente dentro de pasturas activas y dentro de paisajes dominados por pasturas. Además, poco se sabe acerca de las relaciones entre el manejo de pasturas y la conservación de la biodiversidad. Sin embargo, estudios recientes indican que una significativa porción de la biodiversidad original puede ser mantenida dentro de pasturas, si estas son diseñadas y manejadas apropiadamente (Greenberg 1997; Harvey *et al.*2000). Una de tales estrategias para mantener y conservar la biodiversidad dentro de paisajes dominados por pasturas es la promoción de sistemas silvopastoriles, los cuales integran el manejo de árboles con la producción de

¹ La versión original de este documento fue presentada en lengua inglesa en el Simposio Internacional sobre Sistemas Silvopastoriles y Segundo Congreso sobre Agroforestería y Producción de Ganado en América Latina, San José, Costa Rica, 2001 p80-87. Traducido del inglés al español por Jairo Mora-Delgado, ACSAF/CATIE

ganado. Además de producir madera, forraje y frutas, proveer sombra para el ganado y promover la conservación de suelos y el reciclaje de nutrimentos (Pezo e Ibrahim 1998), los sistemas silvopastoriles proveen estructuras, hábitat y recursos que pueden facilitar la persistencia de algunas especies de plantas y animales dentro de paisajes fragmentados, mitigando, por lo tanto, parcialmente los impactos negativos de la deforestación y la fragmentación del hábitat

En este documento, se da un resumen del potencial de los sistemas silvopastoriles para la conservación de la biodiversidad en paisajes fragmentados y se presenta estudios de caso de dos sistemas silvopastoriles comunes (árboles dispersos en pasturas y cortinas rompevientos) los cuales ilustran diferentes maneras en que los sistemas silvopastoriles pueden ayudar a conservar animales y plantas. También se discute las maneras en las cuales los sistemas silvopastoriles pueden ser integrados dentro de programas de conservación y se identifican las brechas claves en nuestro conocimiento de las relaciones entre los sistemas silvopastoriles y la conservación de la biodiversidad. Puesto que el interés en la conservación de la biodiversidad dentro de sistemas silvopastoriles es muy reciente, muchas de las ideas e información aquí presentadas son necesariamente de naturaleza preliminar.

EL POTENCIAL DE LOS SISTEMAS SILVOPASTORILES PARTA CONSERVAR LA BIODIVERSIDAD

Los sistemas silvopastoriles tienden a tener una alta diversidad genética y a incorporar una amplia variedad de especies de árboles, arbustos y pastos que son deliberadamente plantadas o mantenidas por el agricultor (“biodiversidad planeada”). Los componentes arbóreo, arbustivo y pastura, a su turno, proveen estructuras físicas, recursos y hábitat que apoyan especies de plantas y animales adicionales (“biodiversidad asociada”). Comunidades ricas de lianas, musgos, líquenes y plantas epifitas a menudo se encuentran sobre las ramas y troncos de los árboles, mientras muchas especies de plantas forestales pueden establecerse bajo la sombra del dosel de los árboles. Una amplia variedad de animales (insectos, pájaros, murciélagos y otros mamíferos) pueden usar los sistemas silvopastoriles para alimento, sombrero, o protección de predadores o condiciones microclimáticas adversas.

Además para proveer hábitat y recursos para animales y plantas, los sistemas silvopastoriles pueden ayudar a conservar la biodiversidad creando condiciones microclimáticas y de suelo que son mas favorables para especies del bosque, actuando como pasaderas o corredores que facilitan el movimiento de los animales a través de los hábitat agrícolas, y actúan como zonas de amortiguamiento (buffer) alrededor de áreas naturales o protegidas. Tal vez, igualmente importante, es que los sistemas silvopastoriles proveen fuentes alternativas de madera, leña, y otros productos subproductos del bosque, y en consecuencia, reducen la presión sobre los hábitat de bosques naturales remanentes y su biodiversidad.

Como los estudios de caso lo ilustraran, el grado al cual los sistemas silvopastoriles son capaces de conservar la biodiversidad varia grandemente entre diferentes sistemas silvopastoriles y diferentes localizaciones, y depende (al menos en parte) de los diferentes diseños y manejos de los sistemas.

Estudio de caso 1. Cortinas rompevientos y la conservación de la biodiversidad

Las cortinas rompevientos son comúnmente establecidas en pasturas para reducir la velocidad del viento, proveer sombra al ganado, reducir la desecación de la pastura, y prevenir la erosión eólica del suelo. Mientras la función primaria de las cortinas rompevientos es agronómica, estas también pueden tener un importante papel ecológico en tanto ellas proveen hábitat y recursos que permiten a otros animales y plantas persistir dentro de las pasturas. Debido a su forma lineal, las cortinas rompevientos pueden también formar corredores naturales que pueden permitir a algunas especies de animales cruzar los paisajes agrícolas.

La diversidad de plantas dentro de las cortinas rompevientos y cercos puede ser considerable, porque una alta variedad de especies de árboles y arbustos son intencionalmente plantadas o retenidas por el agricultor dentro de las cortinas rompevientos y/o debido a que muchas especies de plantas adicionales colonizan las cortinas rompevientos una vez de que ellas son establecidas. La diversidad de plantas dentro de las cortinas rompevientos es usualmente más alta si estas son protegidas de la entrada del ganado y si el sotobosque de la cortina es dejado sin disturbar (*e.g.* sin aplicar herbicida o deshierba manual; observación personal). La mayoría de las especies de plantas que están presentes dentro de las cortinas rompevientos son especies del bosque que proliferan en condiciones disturbadas con luz, sin embargo algunas plantas del interior de los bosques pueden sobrevivir en las cortinas rompevientos, especialmente en cortinas rompevientos anchas donde las condiciones microclimáticas (mayor humedad y más sombra) son más favorables (Corbit *et al.* 1999). Por ejemplo, las cortinas rompevientos en Monteverde, Costa Rica (plantados con *Casuarina equisetifolia*, *Cupressus lusitanica*, *Coton niveus* y *Montanoa guatemalensis*) fueron colonizados por un total de 124 especies de plantas dentro de los cinco años de establecimiento, de las cuales 90 especies fueron especies de árboles forestales típicas del bosque de niebla original (Harvey 1999).

Las cortinas rompevientos pueden también atraer una variedad de animales proveyendo sitios de anidamiento y apareamiento, protección de predadores y de condiciones adversas del tiempo, y suministro de semillas, frutas, néctar y hojas. Mientras hay poca información de las regiones tropicales, estudios de las regiones templadas muestran que una variedad de roedores de bosque (musarañas, ratones, ardillas), conejos, ardillas, y otros animales frecuentemente habitan cercos y cortinas rompevientos, mientras grandes animales (tales como venados) pueden ramonear en la vegetación de la cortinas rompevientos (Forman y Baudry 1984).

En los trópicos, las cortinas rompevientos pueden ser particularmente importantes para la conservación de especies de pájaros. Las cortinas rompevientos de Monteverde, Costa Rica (discutido arriba) son visitados por más de 80 especies de pájaros, incluyendo una gran variedad de frugívoros, insectívoros, y nectívoros (DeRosier 1995). Puesto que diferentes especies de pájaros a menudo se especializan sobre un cierto estrato o nivel dentro de las cortinas rompevientos, cortinas que tienen múltiples estratos y que son estructuralmente complejas, probablemente hospedan una mayor diversidad de especies de pájaros que aquellos que contienen un solo estrato y son estructuralmente uniformes (Yahner 1982). En aquellos casos donde las cortinas rompevientos conectan parches de bosque, algunas

especies de pájaros pueden usar las cortinas rompevientos como callejuelas o corredores para atravesar las pasturas abiertas (DeRosier 1995; Hass 1995). Esta preferencia de algunas especies de pájaros para moverse dentro de las cortinas rompevientos puede incrementar la dispersión de semillas de árboles de bosque dentro de las cortinas y por lo tanto también incrementar la regeneración del bosque dentro de ellos (Harvey 2000). Por ejemplo, las cortinas rompevientos en Monteverde recibieron semillas en una cantidad 39 veces mayor y al doble de especies de árboles que las pasturas adyacentes, debido a la más alta actividad de los pájaros dentro de las cortinas rompevientos (Harvey 2000).

Las cortinas rompevientos también pueden sostener una amplia variedad de especies de insectos (usualmente mucho más grande que aquellas de las pasturas y cultivos vecinos), debido a que ellos sirven como fuente de presas, néctar o polen, y proveen sitios protegidos para apareamiento, descanso y para hibernación. Algunos de los insectos presentes dentro de las cortinas rompevientos son organismos benéficos, tales como polinizadores de cultivos, predadores o parásitos de plagas agrícolas que pasan el invierno en cercos y se dispersan desde estos hacia los campos donde ellos atacan las plagas de los cultivos (Pasek 1988; Dix *et al.* 1995). Sin embargo otros insectos pueden ser importantes plagas. En los Estados Unidos, por ejemplo, las cortinas rompevientos a menudo contienen poblaciones de áfidos, gorgojos del algodón, y gorgojos de la alfalfa que pasan el invierno en el cortinas rompevientos y luego se mueven dentro de los campos en la primavera, infringiendo considerable daño sobre los cultivos cercanos (Pasek 1988). El efecto neto de la abundancia y diversidad de insectos incrementada dentro de las cortinas rompevientos sobre cultivos adyacentes aún no es claro.

Estudio de Caso 2. Árboles dispersos en pasturas y biodiversidad

Otro sistema silvopastoril común que parece tener considerable potencial para la conservación de la biodiversidad, es el sistema de árboles dispersos dentro de las pasturas. En la mayoría de pasturas de América Central, algunos árboles grandes y arbustos son mantenidos para proveer sombra para el ganado. Estos árboles dispersos pueden ser relictos del bosque original o pueden haberse regenerado o haber sido plantados desde que las pasturas fueron establecidas. Además, de servir como fuente importante de forrajes, frutas, madera, leña, y sombra para el ganado, estos árboles aislados también proveen importantes hábitat y recursos para la biodiversidad dentro del paisaje agrícola (Guevara *et al.* 1998; Harvey y Haber 1999) y pueden ayudar a promover la conectividad del paisaje para algunas especies.

Aunque la riqueza de especies representada por árboles aislados varía grandemente entre pasturas, fincas y diferentes regiones ecológicas, los árboles dispersos a menudo representan un gran número de especies. Estudios en Veracruz, México, por ejemplo, encontraron un total de 98 especies de árboles aislados (pertenecientes a 33 familias) presentes en pasturas, de las cuales 76 fueron especies de bosque primario, mientras estudios de pasturas activas en Monteverde, Costa Rica encontraron un total de 190 especies de árboles, de los cuales 57% fueron especies de bosque primario (Harvey y Haber 1999). Aunque la densidad de árboles aislados en pasturas es usualmente bastante baja (< 25 individuos/ha,

comparado a densidades de 300-500 árboles/ha en bosques nativos), la presencia de árboles aislados ayuda a mejorar la conectividad de paisajes suministrando una cobertura adicional de árboles dentro del área y reduciendo la cantidad del área abierta que los animales necesitan cruzar (Guevara *et al.* 1998; Harvey y Haber 1999).

Adicional a la diversidad florística que los árboles mismos representan, muchos árboles aislados que son remanentes del bosque original retienen comunidades ricas de epifitas sobre sus ramas y troncos (Williams *et al.* 1995). Estudios en Veracruz, México, por ejemplo, encontraron un total de 58 especies de epifitas vasculares y hemiepífitas (representando el 37% de total de la flora epífita en la región) presente en 38 árboles de bosque aislados en pasturas y una densidad de epifitas similar a aquella encontrada sobre árboles de bosques no disturbados (Hietz-Seifert *et al.* 1996). Es interesante anotar que mientras los árboles de bosque aislados en pasturas contienen ricas y diversas poblaciones de epifitas, los árboles aislados que son plantados o que se regeneraron naturalmente dentro de las pasturas parecen ser colonizados muy lentamente por epifitas. Un total de solo 14 especies de epifitas fueron encontradas sobre 45 árboles aislados plantados en pasturas (25 árboles de *Cedrela odorata* y 20 de *Citrus* sp.) comparado a las 58 especies de epifitas encontradas en árboles de bosque aislados creciendo en las mismas pasturas (Hietz-Seifert *et al.* 1996).

Otra manera en la cual los árboles aislados pueden ayudar a promover la diversidad florística dentro de las pasturas, es facilitando la regeneración natural de los bosques. Los árboles aislados en pasturas funcionan como focos para la dispersión de semillas y la regeneración del bosque, en tanto ellos atraen pájaros y otros animales que defecan o dejan caer semillas (Guevara y Laborde 1993). Como resultado del alto ingreso de semillas y de las condiciones microclimáticas favorables abajo del dosel de los árboles, la diversidad y abundancia de la germinación de árboles del bosque aislados es a menudo muy alta. Por ejemplo, un estudio en Veracruz, México encontró que 193 especies de plantas (109 leñosas, 84 herbáceas) se establecieron bajo 50 árboles aislados en pasturas, mientras únicamente 42 especies fueron establecidas en pasturas abiertas (Guevara *et al.* 1992). Similarmente, un estudio de Otero-Arnaiz y colaboradores (1999) encontró un total de 134 especies de plantas de 45 familias debajo de árboles aislados en pasturas, de los cuales 38% de las especies fueron especies primarias.

Los árboles aislados en pasturas y otros hábitats agrícolas pueden también proveer valiosos recursos y hábitats para una variedad de animales, incluyendo especies de pájaros residentes y migratorios (Lynch 1989a, 1989b; Saab y Petit 1992; Naranjo 1992). Por ejemplo, pasturas recientemente abandonadas en Belice que tenían árboles y arbustos aislados hospedaron un total de 39 especies de pájaros mientras las pasturas que fueron activamente pastoreadas y tenían pocos arbustos o árboles presentes contenían solamente 15 especies de pájaros (Saab y Petit 1992). Muchos de los árboles aislados en pasturas proveen frutos a los pájaros visitantes. De los árboles encontrados dentro de las pasturas de Monteverde, Costa Rica, 94% de todos los árboles son conocidos como proveedores de frutas para pájaros, murciélagos y otros animales, y muchas de las más comunes especies (*e.g.* *Acnistus arborescens*, *Citharexylum costaricensis*, *Ficus pertusa*, *Hampea appendiculata* y *Sapium*

glandulosum) proveen una fuente de alimento para mas de 20 especies de pájaros (Harvey and Haber, 1999). Similarmente, 55% de los árboles aislados presentes en pasturas en Chiapas, México, tienen frutas carnosas (Otero-Arnaiz *et al.* 1999) y presumiblemente proveen alimento a especies de animales y pájaros visitantes. Una última manera en la cual los árboles dispersos pueden ayudar a conservar la diversidad de pájaros es ayudando a conservar la conectividad de los paisajes y facilitando el movimiento de pájaros a través de áreas abiertas. Los pájaros rutinariamente vuelan de un árbol aislado al siguiente usando los árboles aislados como escalones para cruzar los paisajes agrícolas (Laborde 1996).

En América Central, las pasturas con árboles dispersos y otros remanentes de vegetación nativa parecen jugar un papel crítico no únicamente en la conservación de especies de pájaros residentes, sino también en la conservación de muchas especies que migran hacia América Central durante los meses de invierno desde el hemisferio norte. Numerosos estudios sugieren que un subgrupo de estas especies migratorias es capaz de usar pasturas y campos agrícolas y que las pasturas con árboles aislados u otra vegetación nativa son mejores hábitats que las pasturas abiertas y fuertemente pastoreadas donde faltan sitios de Percha. (Lynch 1989; Powell *et al.* 1989). Por ejemplo, estudios en pasturas en la península de Yucatán de México encontraron un total de 17 especies migratorias de pájaros (Lynch 1989), mientras estudios en hábitat de las tierras bajas del Atlántico de Costa Rica encontraron 12 especies migratorias de pájaros en pasturas y campos agrícolas (Lynch 1989). El uso de pasturas por especies migratorias de pájaros varía grandemente entre especies con algunas especies tales como el Yellow-throated (*Dendroica dominica*) warbler y el Rose-breasted grosbeak (*Pheucticus ludovicianus*) están presentes comúnmente en pasturas, mientras otras especies tales como el Kentucky Warbler (*Oporornis formosus*) y Wood thrush (*Hulocichla mustelina*) están presentes muy raramente en estos hábitats de pasturas abiertas (Lynch 1989b). Sin embargo, aún pequeños parches de o árboles dispersos son capaces de albergar migrantes de árboles aunque a mas bajas densidades los bosques (Lynch 1989b).

Aunque aun hay limitada información acerca del papel de los sistemas silvopastoriles en la conservación de la biodiversidad, estos sistemas parecen ofrecen un promisoría opción para la conservación de la biodiversidad en paisajes fragmentados dominados por la acción humana y al menos ofrecen una alternativa a los monocultivos de pastura que ellos usualmente remplazan. La incorporación de árboles dentro de los sistemas de pastoreo de ganado provee habitats y recursos que, de otra manera, estarían escasos dentro del paisaje, y pueden servir como corredores que conectan entre remanentes del bosque, en consecuencia, haciendo pasturas apropiadas para algunas especies de plantas y animales. Adicionalmente, por proveer fuentes alternativas de madera y postes dentro del paisaje, los sistemas silvopastoriles pueden reducir la presión sobre bosques adyacentes por aquellos productos, y por lo tanto disminuir la perdida de biodiversidad en ellos.

El grado al cual los sistemas silvopastoriles pueden ayudar a albergar la biodiversidad parece depender tanto del diseño como del manejo del sistema². Algunas acciones que podrían mejorar la conservación de biodiversidad dentro de los sistemas silvopastoriles incluyen: maximizando la diversidad florística y estructural de los sistemas silvopastoriles (mediante la plantación de una diversidad de especies de plantas y formas de vida); incluyendo especies de plantas nativas que proveen recursos y habitats para la vida silvestre durante todo el año (*e.g.* árboles que producen abundante néctar, flores, polen y frutas); reteniendo una diversidad y denso sotobosque dentro de los sistemas silvopastoriles; permitiendo a epifitas, lianas, y plantas parásitas crecer sobre los árboles; minimizando el uso de agroquímicos y fertilizantes (reemplazándolos luego con controles biológicos, prácticas culturales y manejo integrado de plagas); minimizando la extracción, cosecha y manejo del sistema; posicionando el sistema silvopastoril en tal sentido que ellos mejoran la conectividad de los paisajes (*e.g.* conectándolos a los parches de los bosques o poniéndolos cerca de las quebradas), y minimizando el daño del ganado al componente árbol.

Aunque los sistemas silvopastoriles claramente proveen una mejor conservación alternativa a los monocultivos de pastura abierta y extensiva, es importante tener en mente que los sistemas silvopastoriles pueden únicamente conservar un subconjunto de la biodiversidad original dentro del paisaje a pesar de cuan bien diseñados ellos sean. Los sistemas silvopastoriles generalmente tenderán a favorecer la conservación de especies que requieren cobertura de árboles, pero pueden adaptarse a áreas disturbadas y sujetas a presión humana; solo raramente serán capaces de sostener especies del bosque o especies que requieren grandes distancias de bosques extensos. Sin embargo, las especies silvopastoriles albergan muchas especies de plantas y animales que son de interés para conservacionistas (*e.g.* pájaros migratorios).

Para promover la conservación de la biodiversidad dentro de paisajes dominados por pasturas, es necesaria una estrategia de conservación al nivel de paisaje. Esta estrategia, además de promover los sistemas silvopastoriles, debería también incluir el establecimiento de áreas protegidas, la conservación de fragmentos de bosques y otra vegetación remanente, la integración de los árboles dentro de los campos de cultivo, y la reforestación o regeneración natural de tierras degradadas. Para que sea efectiva, esta estrategia de conservación debe ser específicamente hecha a la medida de las condiciones socioeconómicas y ecológicas de una región dada, y debe asegurar que tanto los fines de conservación como de producción sean cumplidos.

PRIORIDADES DE INVESTIGACIÓN

Nuestra habilidad para promover y usar sistemas silvopastoriles como instrumentos de conservación aun es muy limitada por la escasez de información acerca de las relaciones ecológicas entre sistemas

² Es probable que el contexto socioeconómico también tenga un importante efecto sobre grado al cual los sistemas silvopastoriles conservan la biodiversidad, pero hay poca información sobre como las condiciones sociales,

silvopastoriles y biodiversidad, los factores que afectan el grado al cual los sistemas silvopastoriles pueden ayudar a mantener la biodiversidad, los efectos de las practicas de manejo sobre la biodiversidad, un entendimiento de cómo los agricultores interactúan, perciben y usan la biodiversidad dentro de sus sistemas silvopastoriles, y el balance o sinergismo entre el diseño y el manejo de sistemas silvopastoriles para fines de producción vs conservación.

Las preguntas claves de investigación incluyen:

1. ¿A que grado las especies individuales dependen de sistemas silvopastoriles como hábitat, recursos y corredores? ¿Cuales especies son beneficiadas por la presencia de sistemas silvopastoriles? ¿Cuales especies son afectadas negativamente? ¿Como se compara la sobrevivencia de especies de plantas y animales dentro de sistemas silvopastoriles a aquella de otros hábitats?
2. ¿Que factores influncian la biodiversidad presente dentro de diferentes sistemas silvopastoriles?
3. ¿Cómo el paisaje circundante (*e.g.* grado de fragmentación del bosque nivel de conectividad) influncia el nivel de biodiversidad dentro de los sistemas silvopastoriles?
4. ¿Cómo los diferentes esquemas de manejo afectan la biodiversidad presente dentro de sistemas silvopastoriles? ¿Cómo se podría cambiar los esquemas de manejo para minimizar los efectos sobre la biodiversidad?
5. ¿Cómo puede la biodiversidad presente en sistemas silvopastoriles ser usada para mejorar la producción y la sostenibilidad de la finca?
6. ¿Cómo las actitudes y percepciones de los agricultores de la biodiversidad influncian la conservación de la biodiversidad en sus fincas? ¿Y que factores influncian esas actitudes?
7. ¿Cuales son los costos sociales y económicos (y beneficios) de mantener altos niveles de biodiversidad en sistemas silvopastoriles y fincas?
8. ¿Cual es el balance (o sinergia) entre el diseño y manejo de sistemas silvopastoriles para fines de conservación vs. producción?
9. ¿En que medida las leyes y políticas agrícolas afectan negativamente la biodiversidad de la finca?

Un más detallado entendimiento de estas relaciones y estudios mas prolongados de la biodiversidad en sistemas silvopastoriles nos permitirá aumentar efectivamente el diseño y manejo de sistemas silvopastoriles de tal manera que ellos incrementen a productividad de la finca, mientras se retiene la mayor biodiversidad posible.

BIBLIOGRAFÍA

- Comisión Centroamérica de Ambiente y Desarrollo (CCAD). 1998. Estado del ambiente y los recursos naturales en Centroamérica. San José, Costa Rica. CCAD. 179 p.
- Corbit, M; Marks, PL; Gardescu, S. 1999. Hedgerows as habitat corridors for forest herbs in central New York, USA. *Journal of Ecology* 87:220-232.
- DeRosier, D. 1995. Agricultural windbreaks: conservation and management implications of corridor usage by avian species. Masters Thesis. School of the Environment, Duke University.
- Dix, ME; Leatherman, D. 1988. Insect management in windbreaks. *Agriculture, Ecosystems and the Environment*. 22/23: 513-538.
- Dix, ME; Johnson, RJ; Harrell, MO; Case, RM; Wright, RJ; Hodges, L; Brandle, JR; Schoeneberger, MM; Sunderman, NJ; Fitzmaurice, RL; Young, LJ; Hubbard, KG. 1995. Influences of trees on abundance of natural enemies of insect pests: a review. *Agroforestry Systems* 29: 303-311.
- Fleischner, T. 1994. Ecological costs of livestock grazing in western North America. *Conservation Biology* 8(3): 629-644.
- Forman, RTT; Baudry, J. 1984. Hedgerows and hedgerow networks in landscape ecology. *Environmental Management* 8(6): 495-510.
- Greenberg, R; Bichier, P; Sterling, J. 1997. Acacia, cattle and migratory birds in southeastern Mexico. *Biological Conservation* 80: 235-247.
- Guevara, S; Laborde, J. 1993. Monitoring seed dispersal at isolated standing trees in tropical pastures: consequences for local species availability. *Vegetatio* 107/108: 319-338.
- Guevara, S; Laborde, J; Sanchez, G. 1998. Are isolated remnant trees in pastures a fragmented canopy? *Selbyana* 19(1): 34-43.
- Guevara, S; Meave, J; Moreno-Casasola, P; Laborde, J. 1992. Floristic composition and structure of vegetation under isolated trees in Neotropical pastures. *Journal of Vegetation Science* 3: 655-664.
- Guevara, S; Meave, J; Moreno-Casasola, P; Laborde, J; Castillo, S. 1994. Vegetacion y flora de potreros en la sierra de los Tuxtlas, Mexico. *Acta Botanica Mexicana* 28: 1-27.
- Haas, C. 1995. Dispersal and use of corridors by birds in wooded patches on an agricultural landscape. *Conservation Biology* 9(4): 845-854.
- Harvey, CA. 1999. The colonization of agricultural windbreaks by forest trees in Costa Rica: implications for forest regeneration. Ph.D. Thesis. Ithaca, NY. Cornell University.
- Harvey, CA; Haber, WA. 1999. Remnant trees and the conservation of biodiversity in Costa Rican pastures. *Agroforestry Systems* 44: 37-68.
- Harvey, CA. 2000. Windbreaks enhance seed dispersal into agricultural landscapes in Monteverde, Costa Rica. *Ecological Applications* 10: 155-173.
- Harvey, CA; Guindon, CF; Haber, WA; Hamilton DeRosier, D; Murray, KG. 2000. The importance of forest patches, isolated trees and agricultural windbreaks for local and regional biodiversity: the case of Monteverde, Costa Rica. XXI IUFRO World Congress, 7-12 August 2000, Kuala Lumpur, Malaysia, International Union of Forestry Research Organizations, Subplenary sessions, v 1, p. 787-798.
- Hietz-Seifert, U; Heitz, P; Guevara, S. 1996. Epiphyte vegetation and diversity on remnant trees after forest clearance in southern Veracruz, Mexico. *Biological Conservation* 75:103-111.

- Lynch, JF. 1989. Distribution of overwintering Neartic migrants in the Yucatan Peninsula, 1. General patterns of occurrence. *Condor* 91: 515-544.
- Lynch, JF. 1989. Distribution of overwintering Neartic migrants in the Yucatan Peninsula, 2. Use of native and human-modified vegetation. In Hagan, JM; Johnston, DW eds. *Ecology and conservation of neotropical migrant land birds*. Washington, DC, Smithsonian Institution Press.
- Noss, R. 1994. Cows and conservation biology. *Conservation Biology* 8(3): 613-616.
- Otero-Araiz, A; Castillo, S; Meave, J; Ibarra-Manriquez, G. 1999. Isolated pasture trees and the vegetation under their canopies in the Chiapas Coastal Plain, Mexico. *Biotropica* 31(2): 243-254.
- Pasek, JE. 1988. Influence of wind and windbreaks on local dispersal of insects. *Agriculture, Environment and Ecosystems* 22/23: 539-554.
- Pezo, D; Ibrahim, M. 1998. *Sistemas silvopastoriles*. Turrialba, Costa Rica, Proyecto Agroforestal CATIE/GTZ. 276 p.
- Powell, G; Rappole, JH; Sader, JA. 1989. Neotropical migrant land bird use of lowland Atlantic habitats in Costa Rica: a test of remote sensing for identification of habitat. In Hagan, JM; Johnston, DW eds. *Ecology and conservation of neotropical migrant land birds*. Washington D.C, Smithsonian Institution Press. p. 287-298.
- Saab, V; Petit, DR. 1992. Impact of pasture development on winter bird communities in Belize, Central America. *The Condor*. 94: 66-71.
- Yahner, RH. 1982. Avian use of vertical strata and planting in farmstead shelterbelts. *Journal of Wildlife Management* 46(1): 50-60.
- Yahner, RH. 1983. Small mammals in farmstead shelterbelts: habitat correlated of seasonal abundance and community structure. *Journal of Wildlife Management* 47(1): 74-83.

La Avifauna Terrestre De Una Zona Ganadera En Los Llanos De Venezuela³

MARIE - NOËL DE VISSCHER

SUMMARY

The landscapes named “llanos” are constituted by very extensive natural savannahs, which occupy most of the basin of the Orinoco river in Colombia and Venezuela. This vegetal formation covers in Venezuela around 275 000 km². Early in the times of the Spain colonization, it was introduced a system of extensive cattle ranch which is present in the area until today in spite of a low yield. This article provides a case study of the bird communities present within a pastoral landscape containing forest remnants, pastures and other arboreal elements, and illustrates how changes in land use and land management may influence bird communities. In particular, she notes that importance of vegetation height and structure in determining bird abundance and diversity. She concluded that all the observations and results of the study teach that the terrestrial birds of the set “sabana - mata - bosque de galería ” is organized in different categories, according to the use of the ecological space.

INTRODUCCIÓN

Los llanos están constituidos por muy extensas sabanas naturales, las cuales ocupan la mayor parte de la cuenca del Orinoco en Colombia y Venezuela. Esta formación vegetal cubre en Venezuela alrededor de 275 000 km² . Muy temprano en los tiempos de la colonización (más o menos 1550), se introdujo en los Llanos un sistema de ganadería extensiva que siguió vigente en el área hasta hoy a pesar de un bajo rendimiento. En los años 70 se contaba con menos de una cabeza por hectárea con un promedio de una cabeza por 4 hectáreas. Esta muy baja tasa de ocupación estaba compensada por las amplias extensiones de los hatos o fincas y la poca densidad de población humana en la zona.

Sin embargo en los años 80, se inició en Venezuela un ambicioso programa de Módulos en los Llanos para superar uno de los mayores obstáculos al mejoramiento de la producción ganadera. El ciclo tropical de lluvias con estaciones seca y húmeda marcadas induce extensas inundaciones seguidas por periodos de fuertes sequía en esta zona muy plana, atravesada por importantes ríos y con suelos areno-

arcillosos. A lo largo del año, el ganado no encuentra así suficientes pastos, sea por falta de potreros no inundados, sea por falta de agua para mantener vegetación herbácea verde.

El sistema de Módulos con redes de diques y compuertas permite durante la estación húmeda almacenar aguas en áreas más restringidas para que ofrezcan, en época seca, potreros más verdes. Además, este manejo de la lamina de agua favorece *Leersia hexandra*, una planta muy apreciada por el ganado.

Este sistema de Módulos también puede modificar la disponibilidad de agua para la vegetación arbórea de la sabana et así cambiar su distribución y estructura. Los bosques de galería y las pequeñas matas aisladas en medio de la sabana son muy dependientes de los niveles y duraciones de inundaciones y de la cantidad de agua subterránea disponible para mantenerse.

En el cuadro de la evaluación del impacto de los Módulos sobre la diversidad y el funcionamiento ecológico de los llanos, se presentan los resultados de un estudio de la avifauna, con un enfoque a los hábitat de vegetación arbórea.

OBJETIVOS DEL ESTUDIO

Este trabajo intentaba caracterizar las comunidades de aves que se encuentran en las áreas boscosas de los Llanos, analizando:

- su composición específica,
- su abundancia relativa según el tipo de hábitat y el periodo del año,
- la movilidad de los individuos
- Los principales rasgos comportamentales relativos a la alimentación y la reproducción.

ÁREA Y MÉTODO DE TRABAJO

El área de estudio se ubica en un Modulo de 12 000 has en el Oeste del país (Alto Apure), entre los ríos Guaritico y Caicara. Un rebaño de 5000 cabezas de ganado vacuno ocupaba el área. La vegetación arbórea estaba constituida por bosques de galería siempreverdes en las orillas de los ríos y por 10 matas⁴ de árboles semi-decíduos con una superficie de 3 a 8 has. La cobertura de sotobosque variaba con el grado de inundación (bosque galería) y de presencia del ganado (matas).

El trabajo tuvo lugar entre 1981 y 1982 con periodos mensuales de muestreo de la avifauna de los bosques, de las matas y de la sabana. En área boscosa, se uso redes de neblinas en sitios fijos para capturar y marcar (anillos) los pájaros. Para completar los datos de captura así que para estudiar las aves de la zona abierta de sabana, se hicieron conteos de aves por observaciones directas por unidad fija de tiempo (20 minutos). Un total de 307 conteos directos completo así los 93 días de capturas (2750 horas/red de 12 x 3 m).

³ Este trabajo fué realizado entre los años 1981 y 1983, en el marco de un estudio ecológico coordinado por el CONICIT y la Universidad Nacional Experimental de los Llanos Occidentales - Ezequiel Zamora (UNELLEZ) en Venezuela.

⁴ Reducida mancha de bosque de 1 a 10 hectáreas en medio de un paisaje abierto.

RESULTADOS***Riqueza y abundancia de la avifauna del área de trabajo***

Alrededor de 200 especies de aves han sido observadas en el área de trabajo entre las cuales 113 fueron capturadas en las matas y bosques con un total de 1505 individuos.

En el cuadro 1 se puede apreciar, tomando en cuenta el esfuerzo de muestreo, la abundancia de capturas y su diversidad en las diferentes estaciones de muestreo y de acuerdo con la época del año. La tasa de recaptura de los individuos es un índice de la estabilidad de las poblaciones y de los individuos de un sitio, mientras que el número de capturas traduce más las variaciones globales de la avifauna a través del año y de un sitio al otro.

El análisis de estos datos lleva en una primera etapa a las conclusiones generales siguientes:

- La riqueza en especies no varía mucho según los sitios de muestreo con valores máximos promedios para los bosques galería y su vecindad
- La riqueza en especies no varía mucho según los sitios de muestreo con valores máximos promedios para los bosques galería y su vecindad
- Al nivel global, no se observa variaciones de riqueza entre las épocas seca y húmeda
- Las poblaciones de los bosques galería y matas vecinas parecen también más estables a lo largo del año, con las más altas tasas de recaptura de individuos marcados
- El número de capturas en matas de sabana abierta varía mucho de acuerdo con el ciclo de lluvia con más individuos en época seca
- La avifauna observada en sabana abierta está formada por un número más reducido de especies y su riqueza y abundancia está también más relacionada con el ciclo anual de lluvia

De acuerdo con la riqueza y la abundancia de la avifauna capturada, los diferentes tipos de área boscosas del área de trabajo pueden ser clasificados en la forma siguiente:

- Por un lado, los bosques de galería y matas muy vecinas, parcialmente inundables con una avifauna diversificada y poblaciones más estables a lo largo del año
- Luego dos matas aisladas en la sabana abierta pero parcialmente inundables con una avifauna poco abundante y menos especies.
- Muy diferente aparece la avifauna de las matas no inundables aisladas en la sabana y con más presión del ganado. Su diversidad es más baja con más capturas de un número menor de especies. Además se observa que la avifauna registrada en sabana abierta (conteos directos) se asemeja más a la de estas tres últimas matas (Corral, Frío, Estero) con 28 especies comunes sobre un total de 45 (por menos de 15 para los de más sitios).

Características ecológicas de las diferentes comunidades de aves del módulo.

En una segunda etapa del análisis de los resultados, se aplicó un tratamiento estadístico multifactorial a los datos de capturas. En este caso se tomó en cuenta la identidad y la abundancia de cada una de las

especies como descriptores de las comunidades de aves encontradas en cada uno de los sitios durante la estación húmeda o seca y al borde o en el interior de la mata o del bosque.

Este tratamiento cuya presentación de los aspectos metodológicos y resultados detallados no cabe en el marco de este artículo, ha sido ampliamente analizado en otra publicación (de Visscher 1983)⁵. Al contrario es interesante aquí detallar que se pudo así comprobar que las especies de aves se agrupan en diferentes categorías de avifauna de acuerdo con los hábitat y la época del año.

Cada una se caracteriza por especies “típicas” con abundancia relativa máxima y por una composición particular de especies quienes comparten por diferentes motivos los mismos hábitat. El análisis, mas abajo, de estas categorías de aves enseña también como el conjunto de hábitat abiertos y boscosos aun de poca extensión se completan para favorecer un alto grado de diversidad ecológica en los Llanos.

Avifauna de sabana abierta

El comportamiento de la mayoría de las especies esta muy relacionado con el estrato herbáceo y el suelo donde se alimentan y construye su nido, con importantes variaciones según el ciclo marcado de las lluvias las cuales impactan mucho sobre el desarrollo de las gramíneas, el estado del suelo, la cantidad de semillas y de insectos.

Se observa también que las aves de sabana abierta son muy territoriales en periodo de reproducción (estación de lluvia) y forman bandadas erráticas el resto del año. Así actúan *Leistes militaris*, *Sturnella magna*, *Emberizoides herbicola* y *Ammodramus humeralis* o también palomitas granívoras como *Zenaida auriculata* o *Scardafella squamata*

Especies de pájaros mas estrictamente ligadas a áreas inundadas (laguna y estero) pertenecen también a la comunidad de sabana por desarrollar todo su ciclo de vida allá (*Fluvicola pica*, *Arundinicola leucocephala*, *Certhiaxis cinnamomea*). Aunque no ha sido estudiado en este trabajo, cabe notar la importancia de la grande avifauna acuática en la sabana abierta (*Ardeidae*, *Threskiornitidae*, *Anatidae*). Estas poblaciones constituyen un eslabón clave de la cadena de transformación de la importante vegetación acuática en materia orgánica terrestre.

Otra especie típica es *Machetornis rixosus*, un insectívoro que caza sobre el suelo aprovechando el disturbio causado por el paso del ganado sobre los insectos. Algunas especies nidifican y se alimentan en la sabana pero acuden también a los bordes de matas para cazar desde un posadero (*Muscivora tyrannus*, *Tyrannus dominicensis*, *Mimus gilvus*) o realizar su vuelo de cortejo (*Sicalis luteola*).

Finalmente algunas especies completan temporalmente esta avifauna de sabana tales como bandadas de frugívoros (*Thraupis episcopus*, *Tangara cayana*) o formando dormitorios comunes y estacionales (*Volatinia jacarina*).

⁵ M.N. de Visscher 1983. Analyse des peuplements d'oiseaux des couverts boisés d'une savane inondable du bassin de l'Orénoque (Apure Venezuela). Thèse de doctorat en Sciences. Université Catholique de Louvain (Belgique) 215 p + annexes

Avifauna de las matas no inundables en medio de la sabana

La avifauna de este tipo de hábitat es muy heterogénea con pocas especies estrictamente ligadas a este y varias que incluyen este tipo de matas dentro de un hábitat específico más amplio. Estas matas albergan así una avifauna típica pero muy relacionada con la sabana que las rodea.

Estas matas aisladas ofrecen posaderos, espacios abiertos al nivel del sotobosque y suelos limpios con gramíneas durante las lluvias. Además el estrato superior de árboles es rico en insectos y en frutos con una amplia diversidad de sitios de nidificación. Por lo tanto, la mayoría de las especies de aves típicas de estas matas son arborícolas y cazadores de insectos en el follaje (*Camptostoma obsoletum*, *Todirostrum cinereum*) o al vuelo (*Tyrannus melancholicus*), a menos que sean frugívoras (*Elaenia flavogaster*). Si nidifican en las matas, son generalmente sedentarias y muy territoriales (*Pyrocephalus rubinus*). Especies tales como los Icteridae encuentran en estas matas árboles altos para colgar sus nidos e insectos tanto en el suelo (*Gymnopystax mexicanus*) como en las copas (*Icterus nigrogularis*).

El análisis multifactorial comprueba la existencia de un gradiente de diferencia entre la avifauna de la época de lluvia y de sequía, la primera siendo más diversa y menos abundante que la segunda. Así se encuentran varias especies raras durante las lluvias pero que se agregan en bandadas erráticas durante la sequía para aprovechar el reservorio de insectos, flores y frutas de las matas en medio de una sabana desecada (*Columbina minuta*, *Paraoria gullaris*, *Volatinia jacarina*, *Thraupis episcopus*). Dos especies de pequeños granívoros se siguen en las matas a lo largo del año, individuos no reproductores de *Sporophila minuta* durante la sequía y parejas de *Sporophila intermedia* que vienen a nidificar en las matas durante las lluvias.

Si la alta diversidad de especies de rapaces de la zona cazan sobretodo en la sabana, construyen sus nidos en las matas y pueden alimentarse allí de adultos y crías de pájaros.

Avifauna de matas inundables en medio de la sabana

Estas matas de superficie limitada en medio de la sabana se asemejan más al bosque de galería por la estructura y la composición de su vegetación. Datos morfopedológicos permiten aun considerarlas como relictos de un antiguo bosque de galería. Estas particularidades repercutan en la composición y la estructura de su avifauna distinta de las otras matas. Se caracteriza principalmente por una abundancia y riqueza limitadas pero con especies raras en el resto del área de estudio. Así se encuentra especies ligadas a una cobertura arbórea alta y densa (*Melanerpes rubricapillus*, *Myarchus tuberculifer*, *Myiozetetes cayanensis*) o más bien forestales (*Turdus leucomelas*). Esta mata ofrece también suelos bajo sombra con semillas y frutales necesarias a una paloma (*Leptotila verreauxi*) cuya distribución en el área se limita a estos sitios. Sin embargo, algunas especies de matas secas o de sabana (*Elaenia flavogaster*, *Camptostoma obsoletum* o *Icterus nigrogularis*) ocupan también este tipo de hábitat por su estrato superior denso de árboles altos.

La pobreza en especies y en individuos de la avifauna de estas matas además de la presencia de especies particulares confieren a estos sitios un aspecto de “isla ecológica” de bosque en medio de la sabana abierta. Sin embargo, la sabana no puede actuar como una barrera ecológica, tal como el mar

para la fauna terrestre, y ciertas especies de aves de sabana entran en estas matas inundables. Se trata mas bien de tipos de avifauna separados por un gradiente de diferencias sin límites bien definidas.

Avifauna del bosque de galería

La avifauna del bosque de galería parece más homogénea y distinta que en el sistema “sabana - mata”. Es de tipo forestal donde predominan los insectívoros relativamente bien ligados a un piso determinado de vegetación. La tasa más elevada de recapturas sugiere un comportamiento más sedentario y territorial de las especies típicas del bosque galería. En los bosques galería, cabe destacar la importancia para las aves de suelos limpios temporalmente indudables bajo sombra y la riqueza en frutas y flores en los bordes.

La avifauna “ típica ” esta constituida por especies dependientes de troncos de árboles altos (*Picidae*, *Dendrocolaptidae*, *Galbulidae*), de sotobosque denso debajo de arboles altos (*Cnemmotricus fuscatus*, *Setophaga rubricapilla*) cerca de lagunas o ríos permanentes (*Platyrinchus mystaceus*, *Seiurus noveboracensis*) . Una numerosa población de un pequeño frugívoro muy territorial, *Teleonema filicauda*, ocupa este sotobosque cuando es mas claro y discontinuo.

En el interior del bosque se encuentra especies a veces muy abundante pero con una distribución ecológica muy limitada (*Dendrocincla fuliginosa*, *Thryothorus leucotis* *Campilorynchus trochillirostris*). En cambio, los bordes están ocupados por especies más tolerantes por vivir también en los bordes de matas y en la sabana. Se tratan de especies muy generalistas (*Sporophila intermedia*, *Volatinia jacarina* *Sinallaxis albescens*) o típicas de los bordes por su riqueza en flores y frutas (*Coereba flaveola* y *Amazilia fimbriata*) Se nota que el colibrí muy abundante en sabana y matas, *Polythmus gainumdi*, no se acerca del bosque siendo reemplazado por las especies mas forestales del genero *Phaetornis* . Algunas especies muy ligadas al bosque viven también en su orilla (*Dendrocincla fuliginosa*, *Thryothorus leucotis* o *Platyrinchus mystaceus*).

Avifauna de una mata al borde del bosque galería

A pesar de su cercanía del bosque de galería, este sitio se asemeja a una mata de la sabana por el aspecto de su vegetación, estrato superior de arboles semi-decíduos altos y emergentes y por su suelo non inundable. Sin embargo, la avifauna del borde de esta mata puede asimilarse a la de la orilla del bosque mientras que el interior alberga una avifauna poca abundante y más particular. Se encuentran pocas especies mas bien forestales, algunas siendo numerosas tal como *Ramphocelus carbo*. Ninguna especie de mata o de sabana parece entrar en este hábitat. En interior de esta mata “ de borde ” parece ser considerada por las aves como un sitio periférico al bosque pero no como una sencilla parte de su orilla.

CONCLUSIONES

Todos estas observaciones y resultados del estudio enseñan que la avifauna terrestre del conjunto “ sabana – mata - bosque de galería ” esta organizada en diferentes categorías, de acuerdo al uso del espacio ecológico. Estos grupos de especies de aves explotan en formas diversas un hábitat

determinado. Mas que de comunidades bien determinadas e interactivas, se trata de conjuntos de poblaciones que coinciden en sus respuestas a ciertos rasgos del hábitat, explicando su presencia simultanea en un sitio y durante un periodo particular.

Esta organización de la avifauna terrestre hace énfasis sobre la importancia de la estructura de la vegetación para la distribución y la riqueza de la avifauna. Se observa también el peso del efecto de borde “ sabana - bosque ” o “ sabana - mata ” y del ciclo de las lluvias sobre las comunidades de aves.

Si se toma la avifauna como un indicador de biodiversidad, este estudio permite resaltar el valor del conjunto “ sabana - mata - bosque de galería ” para mantener un alto grado de diversidad ecológica en una zona dedicada a la ganadería.

Cuadro 1. Resultados de las capturas por redes de neblina en las diferentes estaciones de acuerdo con el esfuerzo de muestreo (horas / red)

<i>Estaciones</i>	Matas inundables		Matas no inundables			Matas de borde		Bosque galería		Estaciones en el año		Total
	<i>M1</i>	<i>M2</i>	<i>M3</i>	<i>M4</i>	<i>M5</i>	<i>M6</i>	<i>B1</i>	<i>B2</i>	<i>Seca</i>	<i>Lluvia</i>		
Número de capturas	80	164	267	317	151	197	171	158	619	886	1505	
Promedio/ horas	0.22	0.4	0.83	0.83	0.5	0.57	0.49	0.51	0.51	0.58	-	
Número de especies	31	43	40	39	33	54	48	43	92	97	113	
Promedio/ horas	0.08	0.107	0.13	0.11	0.2	0.158	0.14	0.14	0.073	0.064	-	
% de recapturas	9.88	10.98	10.4	16.7	12	16.24	18.1	15	-	-	13.4	

Comentarios

VILMA A. HOLGUIN (COLOMBIA)

Se proponen temas de discusión de utilidad para la valorización de los bienes y servicios ambientales que se pueden ofrecer desde los sistemas pecuarios. Mucho me gustaría que los participantes den a conocer sus experiencias relacionadas con estos temas y que, por la literatura, tengo conocimiento se han desarrollado en México y Colombia. Mucho me gustaría que los investigadores de CIPAV y de la Universidad Nacional de Colombia compartan sus experiencias en el tema. También conozco personalmente experiencias importantes de manejo amigable con el ambiente de los recursos naturales (suelo, flora, fauna) que realizan productores particulares pequeños como es el caso de los campesinos de la red de reservas privadas en la Cuenca del Lago Guamuez en Nariño (Colombia) y grandes ganaderos como el caso del Hatico en el Valle del Cauca (Colombia). Considero que estas experiencias vale la pena comentarlas como ejemplos de que en los sistemas pecuarios integrados es posible conservar la biodiversidad.

ROGERIO MARTINS MAURICIO (BRASIL)

En primer lugar, quiero felicitar a los organizadores de esta conferencia por demostrar la importancia del tema para el mundo tropical y principalmente para los defensores del sistema Silvopastoril (SSP) como opción sustentable para la producción agropecuaria.

El trabajo presentado por Muhammad Ibrahim esclarece, para los investigadores, el impacto positivo de los SSP, en la captación de carbono y los servicios ambientales ligados a la conservación del agua, suelo y biodiversidad. Sin embargo, en el Brasil y en la mayoría de los países tropicales la aplicabilidad de los SSP aun no han alcanzado la cantidad (ha) necesaria para lograr una reducción del calentamiento atmosférico y la degradación ambiental ocasionada por las actividades agropecuarias tradicionales.

En este contexto quería sugerir que la practica de los SSP sea difundida a nivel de Ministerio de Agricultura, obviamente con influencia de organizaciones como la FAO, en forma de decretos o leyes, beneficiando a propietarios rurales que adopten los SSP a través de una reducción de los impuestos rurales. En Brasil una práctica semejante es adoptada para los propietarios rurales que transforman bosques nativos de sus propiedades en áreas de protección permanente. De esta forma los impuestos rurales sufren una reducción de acuerdo al área preservada.

La adopción de los SSP ya trasciende el nivel de confirmación de la investigación científica, necesitando así de un movimiento político gubernamental!.

JOSE MANUEL PEREZ (PANAMA)

Apreciados integrantes de la conferencia:

Estoy totalmente de acuerdo con las observaciones de Rogerio Martins de Brasil pero tengo una observación sobre el mecanismo de "estímulo" que propone a través de la reducción de impuestos. Desconozco la realidad de Brasil pero en la mayoría de Centro América los productores no pagan impuestos, y particularmente el SSP son ideales para el pequeño al mediano productor. Pienso que el mecanismo de estímulo que diseñemos será fundamental en la adopción de estos sistemas. La vía impuestos es difícil, reducción en las tasas de interés de los préstamos agropecuarios es otra, pero una vez mas los pequeños y medianos productores en su mayoría utilizan fuentes de crédito no formales (E.g. crédito directo de la tienda de insumos) para financiar sus actividades.

El grave problema con esta maravillosa tecnología apropiada es que nació huérfana de padres ricos como empresas transnacionales que financien su diseminación y transferencia. En esta época actual donde los países están en un proceso de reducción de los servicios como el de transferencia en el agro vemos con tristeza que solo quedan las ONG's con recursos limitados para diseminar estas prácticas.

Que otros mecanismos podremos utilizar o innovar?? para los bancos de desarrollo como el BID y BM, son los que tienen el dinero y el poder de convencimiento en los gobiernos nacionales y Ministerios de Agricultura. Es necesario que ellos dirijan recursos específicos para estos modelos de producción y que algunos Ministros de Agricultura tengan la visión y agallas de comprometerse con estas prácticas como "políticas de estado" para que empecemos a hacer avances en estas tecnologías que reducen nuestra dependencia de insumos externos y hacen más rentable, sostenible y viable el agro en América Latina.

MARCO CEBALLOS (ECUADOR)

Felicitaciones por la excelente iniciativa de realizar esta conferencia, porque a través del uso de esta tecnología, podemos acceder e intercambiar información.

No cabe duda que el tema de los servicios ambientales, es un tema que debe ser discutido y analizado seriamente por las diferentes organizaciones educativas, gobiernos, agencias de desarrollo, donantes, ONGs, pero creo que también deben ser parte de esta discusión los campesinos, empresarios, organizaciones indígenas y sociales. Un mecanismo puede ser a través de las redes que existen, por ejemplo en Ecuador existe la Red Ecuatoriana de Agroecología (cea@andinanet.net) que una gran parte de sus miembros son organizaciones campesinas, la red de promotores campesinos agroforestales.

Deseo formular dos preguntas:

1. Creo que se está avanzando significativamente en aspectos científicos que fundamentan el potencial de los sistemas silvopastoriles en la generación de servicios ambientales, pero creo que es necesario reflexionar sobre quienes serían los que “certifiquen” que un SSP es generador de un servicio ambiental? ¿serán empresas calificadas? ¿quién les calificaría?, ¿acontecerá algo similar como la certificación para la exportación de productos orgánicos?
2. Cuales serían las condiciones tecnológicas mínimas para determinar que un sistema silvopastoril es generador de un servicio ambiental?

Gracias por su gentil atención.

ALEJANDRO CIFUENTES R. (COLOMBIA)

Primero deseo destacar la importancia de discusión que tiene el tema, sobre todo en los países americanos donde se preserva gran parte de la biodiversidad y sobre todo donde aún, salvo pequeños esfuerzos particulares, no se ha dado a conocer de forma amplia las ventajas de las potencialidades de los sistemas silvopastoriles. Es claro para todos, las ventajas que ofrecen dichos Sistemas, pero considero que es muy pequeño el sector de la población relacionado con el agro, que conocen sus ventajas y mucho menor los que de alguna manera lo están aplicando en base a un conocimiento. Pienso que además el problema del desconocimiento se agrava, cuando en muchos de nuestros países aún no existe una política agropecuaria real que se apadrine de hacer dichas divulgaciones y menos aún de destinar presupuestos para tal campaña.

Contando con esto (falta de presupuesto) yo pensaría que la forma de incentivo será a través de quienes solicitan créditos de inversión agropecuaria. Mediante la exoneración de algún pago o cuota por la implementación correcta de este sistema de forma gradual. Eso desde luego tendría que ir acompañado de un seguimiento y de una campaña de divulgación. Ustedes como FAO, tienen la posibilidad de hacer dichas sugerencias a altos niveles y de alguna manera llevar dicha tutoría.

RUBÉN MONTES PÉREZ (MEXICO)

El contenido de los tres documentos es muy interesante. Se argumenta las ventajas que tienen los SSP en cuanto al aumento de la diversidad biológica respecto a los monocultivos, así como al mayor secuestro de C. Sin embargo, es importante precisar algunos conceptos.

La diversidad biológica o biodiversidad es un concepto complicado de medir, pues generalmente los índices que lo estiman se basan en algún grupo de animales o vegetales, de hecho al medir la biodiversidad no se puede tomar en cuenta a todos los componentes bióticos de una zona determinada, pues se tendría que incluir desde los microorganismos hasta los organismos de mayor talla. Por lo tanto, la estimación de la biodiversidad en los estudios de ecosistemas solo toma en cuenta una fracción de todos los componentes bióticos.

Adicionalmente, cualquier cambio en la estructura del hábitat lleva consigo cambios en la estructura de las poblaciones que en ella residen y también en las interacciones poblacionales que operan. Es

imposible predecir todas las consecuencias que se podrían presentar en las interacciones poblacionales, cuyas consecuencias no siempre se presentan en el corto plazo sino a veces hasta después de varios años, cuando los factores que desencadenan tales consecuencias a veces ya no son claramente detectables.

Bajo este contexto, cualquier manejo de agroecosistemas deteriorados, respecto al suelo (erosión), agotamiento de recursos hídricos o pobreza en la cantidad de biomasa vegetal capaz de secuestrar C, que tengan como objetivo aumentar la diversidad de especies, así como la biomasa vegetal y la captación de agua, presentará cambios notorios favorables. Por otra parte, es muy importante, considerar que los servicios ambientales que brindan los ecosistemas menos deteriorados, realmente subsidian los enormes centros urbanos e industriales que producen gran cantidad de gases y desechos líquidos y sólidos, bajo esta situación, el compromiso que tienen esas sociedades debe ser mayor para conservar la biodiversidad de ecosistemas capturadores de C y la recarga de acuíferos.

Finalmente, la difusión de estrategias de manejo de hábitat como los SSP constituye una buena alternativa para una producción agropecuaria más benéficas, pero también es igualmente importante, considerar que la conservación y eventual aumento de áreas conservadas de bosque y selva en los trópicos, así como el uso controlado de éstas a través de actividades ecoturísticas y de cacería cinegética, son accesibles a productores rurales. En este aspecto, el valor que debería también tomarse en cuenta, es el valor económico total de muchas especies que actualmente se consideran irrelevantes, pues la pérdida de esos recursos genéticos, representa la irremediable pérdida de oportunidades en cuanto al beneficio futuro. Y aún más si consideramos por ejemplo, que los recursos alimentarios de la mayoría de los países, se sostiene en unas cuantas especies animales y vegetales, respecto al total que existen en los países megadiversos, de los cuales varios se encuentran en el continente americano.

MANUEL AVILA-CHYTIL (USA)

Uno de los problemas más importantes que he encontrado con mayor frecuencia en mi experiencia trabajando con soluciones silvopastoriles ha sido la falta de conocimiento y acercamiento multidisciplinario y objetivo de las personas especializadas en el campo de la producción agronómica, animal y forestal. Estoy convencido que cuando más multidisciplinario sea el enfoque a los problemas y soluciones, estos serán más satisfactorios desde varios puntos de vista; productivo, ambiental y político. Me parece válido expresar este comentario a pesar que posiblemente no este directamente relacionado con el artículo.

Acerca del artículo quisiera resaltar puntos que considero de especial importancia en la formación de política ambiental silvopastoril:

1. El punto del uso eficiente de las pasturas podría ser usado más intensamente, resaltando que además de producir más; las diferencias de producción de metano entre pastos mejorados y bien manejados, y los degradados y mal manejados; respectivamente, se traducen

- en un manejo ecológico del pastoreo, inclusive considerando su potencial ventaja en la producción de carne "orgánica" para mercados especiales
2. El beneficio de menor evapotranspiración se traduce en diferencias interesantes en producción de forraje que al expresarlas en diferencias de producción de carne la podrían hacer más atractiva para productores tradicionales.
 3. A la frase expresada por el Dr. Ibrahim, "Un manejo adecuado de las pasturas en el trópico debería incluir la introducción del componente arbóreo"; concordando totalmente con él, quisiera agregar que el manejo de bovinos en los trópicos exige el uso de la sombra (en especial de árboles), esta necesidad inclusive es proporcional al nivel de producción de los animales. Algunos estudios hasta llegan a expresar que mantener animales muy productivos (*e.g.* alta producción de leche) sin sombra es un atentado al bienestar animal.

DANILO PEZO (FILIPINAS)

El aporte de Muhammad Ibrahim y Jairo Mora es una excelente revisión de los servicios ambientales que pueden brindar los sistemas silvopastoriles, y al menos en lo referente al impacto sobre biodiversidad, los trabajos de Celia Harvey y Marie-Noel de Visscher amplían los conceptos. Definitivamente es un buen comienzo para la conferencia electrónica, a juzgar no solo por las ponencias sino por los comentarios de otros participantes.

Los tres trabajos antes mencionados ilustran los servicios ambientales que pueden brindar sistemas silvopastoriles bien manejados. Sin embargo la "pregunta del millón" parece ser el cómo MANEJAR las interacciones complejas entre los componentes del sistema silvopastoril, para que este mantenga su productividad y estabilidad, y así puedan seguir brindando en el largo plazo los beneficios ambientales a los que se hacen referencia.

Hay en América Latina tropical algún ensayo o estudio de caso que permita hablar sobre la productividad a largo plazo de sistemas silvopastoriles? No me refiero a caracterizaciones descriptivas de los sistemas, sino a cuantificaciones en el mediano o largo plazo de algunos de los beneficios ambientales discutidos por los autores. Si no los hay, creo es oportuno fomentar estudios en esa dirección.

Por otro lado, entiendo que en semanas subsiguientes vamos a discutir lo referente a políticas y posibilidades de implementación de incentivos a los productores que practiquen estos sistemas, pero sugiero no perder de vista los comentarios sobre 'certificación' y eventuales formas de incentivar la aplicación de estos sistemas (*e.g.* exoneraciones tributarias, crédito subsidiado, bonos) que han sido traídos a discusión por algunos participantes. Sobre el particular creo que también necesitaremos discutir lo referente a equidad en la distribución de los incentivos, pues a menudo son los productores grandes quienes han tomado mayor ventaja de los mismos.

FRANS PAREYN (BRASIL)

Estimados compañeros y compañeras,

He visto varios comentarios sobre la necesidad de estimular financieramente la adopción o la difusión de los SAPs. En este contexto, me gustaría hacer dos observaciones para análisis:

1. Tengo la impresión que la gran mayoría de las experiencias y las técnicas de SAP han sido y son desarrolladas con pequeños campesinos, muchas de las veces por organizaciones no gubernamentales (ONGs). Esto puede explicar la poca difusión (las ONGs trabajan normalmente localmente y tienen o provocan una influencia reducida sobre políticas de desarrollo nacionales) y también el pensamiento de "necesidad de crédito" en el cuadro de un comportamiento privilegiado de "asistencialismo" de las políticas nacionales cuando se trata de pequeños productores.
2. Como cualquier otra actividad productiva-económica, los SAPs tendrán de ser económicamente viables y atractivos para que puedan ser difundidos ampliamente. Caso contrario, siempre dependerán de incentivos / créditos que los mantendrá insostenibles y así sin fuerza de difusión y de futuro corto.

Una herramienta muy útil para difundir técnicas exitosas son los intercambios inter-campesinos o inter-comunidades (visitas, cursos de formación, "por" y "para" campesinos).

Sin duda, los SAPs pueden tener una gran contribución para la conservación de la biodiversidad, toda vez que respetan casi siempre los ecosistemas naturales. Quizás, antes de buscar un estímulo por medio de crédito, es fundamental prever ciertas obligaciones en la legislación que reflejan técnicas comprobadas y necesarias para una mayor conservación de la biodiversidad y los recursos naturales en general.

Una obligación legal no necesariamente debe ser interpretada como "mal" o "autoritaria". Muchas de las leyes (no solo referente a medio ambiente) imponen limitaciones a la población para garantizar una estabilidad generalizada para toda la sociedad.

Un ejemplo en el Nordeste del Brasil : el CNPC- EMBRAPA de Sobral (Dr. J. Ambrosio) identificó que la producción de fitomasa herbácea forrajera en pastizales con 30% de cobertura forestal natural es igual al de una área sin cobertura forestal. De esta manera, las deforestaciones para pastizales pueden y deben respetar esta cobertura mínima. Se está haciendo un esfuerzo de integrar en la legislación regional y aplicar esta regla en la práctica en el Nordeste.

Agradezco la oportunidad y la atención, y los felicito por esta iniciativa.

MUHAMMAD IBRAHIM (COSTA RICA)

La falta de políticas e incentivos para promover la adopción de sistemas silvopastoriles en las regiones de América Latina ha sido una de las limitaciones. Sin embargo, en muchos países (*e.g.* en Costa Rica, Cuba, Brasil), los gobiernos están asignando mas recursos para el desarrollo de programas de ganadería y medio ambiente y se espera que estos sistemas tengan mayor importancia en

el futuro. El estímulo podría ser mayor si se incrementa la demanda de carne orgánica, la cual se puede producir en forma competitiva utilizando estos sistemas de producción.

CARLOS CASTILLA (COLOMBIA)

Estimados moderadores y colegas:

Reciban un cordial saludo. Felicito y agradezco a los organizadores la oportunidad de comunicarnos sobre este importante tema, ponernos al día sobre las nuevas ideas y avances, además de discutir nuestras inquietudes.

He leído con interés los artículos presentados y los comentarios al respecto. Pero me gustaría hacer un llamado a los participantes para colocar sobre la mesa tanto los potenciales aspectos positivos y oportunidades, así como los negativos o dificultades y las dudas. Precisamente ayer discutiendo sobre el tema, encontrábamos que el arroz como un componente importante de estos sistemas es atacado por pájaros, locales y migratorios, de forma que obliga a repensar estrategias de siembra y recolección.

Esto pasaba en los módulos de Apure instalados en las sabanas de Casanare y pasa en regiones costeras del Pacífico Colombiano durante el establecimiento de parcelas experimentales. Los cocoteros y otras palmas, potencialmente asociados en estos sistemas, son atacados por loros, ardillas y micos, especialmente cuando están cerca a áreas de bosque.

El aumento en la fauna y la cercanía al bosque puede tener repercusiones negativas sobre los productos de venta, especialmente cuando estos son de alto valor estratégico para la seguridad alimentaria local.

La sombra, por si sola, causa aumentos en el contenido de agua del suelo y también un aumento en el número de patógenos. Esto podría eliminar los efectos positivos en la reducción de calor corporal en el animal y la producción de leche y carne en sistemas con sombra. Esto ha sido evidenciado en experimentos preliminares en la estación experimental agroforestal de Porto Velho, Rondonia. Además, la producción de forraje puede disminuir también, si los materiales no están adaptados a la sombra. Afortunadamente, se han documentado casos exitosos donde las gramíneas pueden ser reemplazadas por leguminosas, que toleran la sombra, son de mejor calidad nutritiva y producen más carne con menos animales por área asociados a palmas o árboles. Este caso se ha documentado en Perú con la introducción de *Centrocema pubescens* en pijuayo (chontaduro o pejivalle). Pero no son muchos los casos exitosos con sombra.

Deben existir datos experimentales que nos den una mejor idea de cuanta sombra es ideal para balancear estos dos aspectos y otras estrategias para balancear la fauna local con la producción de alimentos.

LUIS ALFONSO GIRALDO (COLOMBIA)

Los aportes efectuados hasta el momento, me permiten participar en algunos puntos claves: Creo que todavía hay mucho trecho por recorrer, para que los productores rurales se beneficien del

aporte que podrían hacer como beneficio ambiental por intermedio de los SSP. Puesto que no existe información suficiente y precisa sobre *e.g.* captura de CO₂ y emisiones de CH₄ en SSP en condiciones de diferentes regiones, arreglos árbol-pastura y manejos impuestos, con todas sus implicaciones en las complejas interacciones entre los componentes (comentario del Dr Pezo).

Por otro lado, nuestros productores no están lo suficientemente organizados ni conscientes sobre las implicaciones de acceder a recursos económicos por implementar SSP. Creo que aquí nuestras organizaciones estatales podrían tener muchas posibilidades, al menos inicialmente en el despegue y posteriormente, implementar los mecanismos internos para que los productores se beneficien económicamente y directamente.

Las posibilidades actuales en cuanto a carbono están en prepararnos para acceder a ciertos recursos a través de las opciones estipuladas en el protocolo de Kioto. Específicamente en el artículo 6 se crean los Mecanismos de Desarrollo Limpio (MDL), cuyo propósito nos permite como países no incluidos en el anexo B a un desarrollo sostenible y reducir las emisiones de carbono. Y eso significa elaborar proyectos de disminución de GEI. En este aspecto tenemos ventajas puesto que los proyectos de tipo silvicultural y de cambio de uso del suelo tienen, mejor costo-efectividad.

Pero para formular dichos proyectos se requiere determinar la línea base (es decir la evolución de la ganadería) en forma tradicional; como existe hoy en día una gran extensión en toda A. Latina (no en SSP), o sea en ausencia de un proyecto de mitigación de GEI (en lo que respecta a los niveles de CO" fijados o emitidos), que sería el caso de SSP. Esto permite calcular la adicionalidad del proyecto (yo lo llamo: implementación del SSP), que no es más que la diferencia de los valores presentes netos de escenarios con y sin proyecto (línea base), tanto en lo ambiental (captura de CO₂) como en lo financiero.

Para el primer caso (línea base), en nuestros proyectos en la Universidad Nacional de Colombia - Sede Medellín, las pasturas tradicionales (*B. humidicola*, *H. ruffa*, *P. clandestinum*, *P. notatum*, entre otras y en alrededor de 8 sitios), son muy sensibles al menos en la captura de carbono bajo los "manejos" impuestos (intensidad de pastoreo (presión, carga animal, descansos-rebotes, fertilizaciones, suplementación), también existen fugas y reciclajes importantes (en producto animal y por heces) que alteran al balance de carbono en el sistema. Además es supremamente variable la acumulación de carbono en la biomasa de raíces por efectos del manejo. En fin muchos factores no claros al presente tienen mucha influencia en las determinaciones de la captura de carbono en SSP, que podrían poner en tela de juicio las ofertas de los países oferentes de la captura de CO₂ para los países demandantes, quienes aportarían a los recursos económicos.

Nuestros trabajos en tres frentes (captura de CO₂, emisiones de CH₄ y estudio de las interacciones en los SSP), nos están dando elementos de mucha relevancia para el futuro desarrollo e implementación de SSP, en la zona Andina Colombiana.

CHRISTIAN BARBIER (NICARAGUA)

Tomando un punto de vista, tal vez, mas "empresarial" que de "sobreviviencia" y a decir la verdad en el marco de una ubicación particular (zona atlántica de Nicaragua), parece que, en paralelo a los sistemas silvopastoriles tradicionales, se puede también desarrollar con mucho provecho el sistema descrito en la Conferencia "Animal Production: From Tree-Pasture Association Systems In Brazil", presentada por el J.C. Saibro al ultimo "World GrassLand Congress" – adjunto "Attachment" (con copia, tambien, de la Conferencia "Silvipastoral Systems" presentada por el Dr. Muhammad Ibrahim...).

ZORAIDA CALLE (COLOMBIA)

Hasta el momento hemos recibido artículos muy instructivos sobre el tema de la diversidad biológica en sistemas silvopastoriles. Muchas gracias a los organizadores y autores por este esfuerzo.

Varios investigadores afirman que la transformación de pastizales homogéneos en sistemas silvopastoriles tiene efectos favorables sobre la diversidad biológica debido a que estos sistemas ofrecen recursos y refugio. Los efectos favorables de los sistemas silvopastoriles pueden deberse a que favorecen la conexión entre fragmentos de hábitat naturales o a que constituyen en si mismos hábitat favorables para determinadas especies.

¿Cuál es el grupo de organismos más adecuado como indicador de la diversidad biológica en los sistemas silvopastoriles?

Las aves son organismos de gran movilidad que operan a una escala espacial amplia. Por lo tanto, los resultados del interesante trabajo de la Dra. Harvey son muy informativos sobre el papel que tienen las cortinas y árboles aislados en la conectividad a la escala del paisaje.

En el futuro será necesario complementar el panorama general que ofrecen los estudios de la avifauna en los paisajes ganaderos con estudios de organismos que funcionan a una escala espacial y temporal) más reducida.

Investigadores del Instituto Alexander von Humboldt han compilado un listado de criterios que debe reunir un buen grupo indicador de la biodiversidad en agroecosistemas. Este listado incluye, entre otros, los siguientes criterios:

1. El grupo debe ser altamente diversificado tanto en el sentido taxonómico como en el ecológico.
2. Las especies deben tener alta fidelidad ecológica.
3. Los organismos deben ser relativamente sedentarios.
4. El grupo debe poseer especies endémicas, o si están ampliamente distribuidas, deben tener diferenciación local o regional.
5. La taxonomía del grupo debe ser bien conocida y las especies deben ser fáciles de identificar.
6. El grupo debe estar bien estudiado.
7. Las especies deben ser fáciles de encontrar en el campo.

8. Debe ser posible obtener muestras grandes y aleatorias.
9. El grupo debe ser funcionalmente importante.
10. Las respuestas de los organismos a las perturbaciones deben ser predecibles, rápidas, sensibles, analizables y lineales.
11. Los organismos deben estar estrechamente asociados con otras especies y con recursos específicos.
12. Debe haber una buena relación entre costos, eficiencia y efectividad de los muestreos en términos de tiempo, costo y personal.
13. Debe haber facilidad y confiabilidad para el almacenamiento de las colecciones biológicas.
14. Debe ser un grupo para el cual existan expertos en la taxonomía.
15. El grupo debe tener una distribución espacial y temporal predecible y debe asegurar continuidad en el tiempo.
16. Debe ser posible diferenciar entre ciclos naturales y tendencias relacionadas con presiones antrópicas.
17. El grupo debe ser representativo de la mayoría de los niveles tróficos y de los principales gremios.
18. Debe estar diversificado en diferentes pisos altitudinales.
19. Debe ser representativo de otros grupos de baja, media y alta diversidad.
20. Las respuestas ecológicas del grupo deben ajustarse a la escala de la investigación.
21. Deben existir metodologías estandarizadas, fáciles de aplicar (con unidades de muestreo ya establecidas).

Aunque es claro que ningún grupo reúne todos los criterios enumerados, es probable que en el futuro veamos más trabajos sobre ensamblajes de insectos, especialmente hormigas, en paisajes ganaderos.

Sin embargo, es necesario tener en cuenta que ningún grupo permite conocer lo que ocurre con todos los demás porque los diferentes tipos de organismos reaccionan en forma diferente a las transformaciones de su ambiente. Organismos como colibríes y mariposas responden a la disponibilidad de recursos claves tales como las flores, mientras que otros como los anfibios son muy sensibles a las modificaciones de sus micro-hábitats. Por lo tanto es necesario estudiar los efectos que la transformación del paisaje tiene sobre diferentes grupos de organismos.

MARIO ARDON (HONDURAS)

Bueno, con esto de la sombra hay que ver que sombra. Porque en el caso de Guácimo, cuoblote o tapaculo, el follaje y los frutos producidos, deben compensar el reducido pasto que pueden eliminar, además de producir espacios de descanso para el ganado en climas excesivamente secos. El Ramón, Ojushte o Macica también presenta muchas condiciones y una dotación de

forraje extra si se maneja adecuadamente como lo hacen en la región de Calacmul, Yucatán y Chiapas.

MUHAMMAD IBRAHIM (COSTA RICA)

El comentario de Danilo Pezo es muy válido al respecto de cuantificación de los gases de efecto invernadero. En CATIE hay un estudiante quien está haciendo un balance de gases de invernadero de sistemas tradicionales y sistemas silvopastoriles en fincas lecheras de Santa Cruz (zona alta de Costa Rica). Los resultados preliminares muestran que en los sistemas silvopastoriles hay un balance neto de 2 a 4 ton/carbono (equivalente de CO₂). La falta de buenos equipos para cuantificar CH₄ y NO₂ es una de las limitaciones para medir gases de invernadero.

Con respecto a la organización de productores, el CATIE está trabajando con NITLAPAN de Nicaragua para promover los sistemas silvopastoriles. Nitlapan es una institución que tiene un banco de desarrollo rural que da créditos y asistencia técnica a los productores. Los resultados muestran que muchos productores están aprovechando los créditos y asistencia técnica para establecer sistemas silvopastoriles y según el banco hay una buena tasa de pago por parte de los productores.

AMANCIO JOSE DE SOUZA (BRASIL)

Estimados colegas de la conferencia,

Me gustaría resaltar la importancia de las entidades de investigación en la enseñanza de los SSP como negocios económicamente viables. Los productores esperan un retorno mayor o igual a las tecnologías que ellos aplican. En Brasil, donde la agricultura no recibe amplio apoyo gubernamental, principalmente los ganaderos necesitan tener propiedades productivas y altamente competitivas. Creo que a un nivel práctico y en el corto plazo, lo más atractivo sería que la tecnología sea más productiva y más barata. Si se consigue crear un escenario como este, no precisaría un apoyo gubernamental. En un mundo globalizado donde cada vez menos tiene la presencia del gobierno, lo ideal sería caminar con las propias piernas.

Cuando se maneja los sistemas, yo pienso que cada caso es un caso. Cuando trabajamos con la naturaleza sabemos que no hay fórmulas específicas. Los sistemas desarrollados en el trópico húmedo de Costa Rica, seguramente no serán aplicados en el noreste brasileño. Tenemos que crear una nueva filosofía agrícola que englobe la economía, el ambiente y lo social.

MUHAMMAD IBRAHIM (COSTA RICA)

Los comentarios de Frans Pareyn son válidos no solo para el enfoque para empresas sino porque en muchos países como Bolivia y México hay un manejo silvopastoril de la vegetación hecho por las comunidades. Sin embargo, el sobrepastoreo de estos sitios está resultando en una significativa degradación ambiental.

El enfoque de manejo adaptativo con comunidades está teniendo mucha importancia en el manejo forestal y creo que es un enfoque adecuado para aplicar estos conocimientos en el manejo de los sistemas silvopastoriles comunales. En países como Costa Rica, hay interés para hacer certificación a nivel de comunidades y este concepto es diferente al de certificar una finca ganadera.

PAOLA AGOSTINI (ITALIA)

Estoy totalmente de acuerdo con los comentarios de José Manuel Pérez que el problema de esta tecnología es la transferencia y diseminación, que es costosa y requiere mucho financiamiento. Al mismo tiempo me alegra contarles que el Banco Mundial está ya trabajando en esto y estamos en la fase final de preparación del primer proyecto del Banco Mundial para la adopción de Sistemas Silvopastoriles. El proyecto piloto: "Regional (Colombia, Costa Rica, y Nicaragua) Enfoques Silvopastoriles Integrados para el Manejo de Ecosistemas" está financiado con una donación GEF (Global Environment Facility) de \$4.5 millones. El objetivo del proyecto es el mejoramiento del funcionamiento de los ecosistemas mediante el desarrollo de sistemas silvopastoriles que aportan beneficios socio económicos locales y beneficios ambientales globales (secuestro de carbono, biodiversidad). El proyecto busca verificar si los pagos por servicios ambientales pudiesen inclinar la balanza en favor de la adopción de estos sistemas en los 3 países. Esperamos que desde esta experiencia piloto puedan surgir iniciativas más grandes para la masificación de estos sistemas en Latino América.

ROBERT M. CHIPLEY (USA)

Leí con mucho interés el comentario de Zoraida Calle en que se expone el listado de criterios que debe reunir un buen grupo indicador de la diversidad biológica en agroecosistemas. Este listado - desarrollado por investigadores del Instituto Alexander von Humboldt- es muy útil, y me gustaría ver el listado entero. Me parece que las aves satisfacen plenamente estos criterios y además, que existen guías de campo bien ilustradas para ayudan a identificar las especies de aves cuando se realiza un monitoreo. Voy a incorporar el listado en nuestro manual para el monitoreo de biodiversidad.

Segunda Sección: Aspectos Biofísicos

Relacionados Con La Dinámica Del

Carbono

INTRODUCCION A LA SECCION

La conversión de bosques a pasturas ha sido el cambio en el uso de tierra más importante en América Latina Tropical en los últimos treinta años. Muchas de las áreas deforestadas fueron reemplazadas por pasturas en Centroamérica durante las décadas de los 60's, 70's y 80's. Los lentos adelantos tecnológicos en sistemas ganaderos y el modesto aumento en la productividad, hicieron de la expansión de pasturas la única estrategia para aumentar la producción ganadera. La necesidad de un entendimiento del papel que juegan los pastizales tropicales y los sistemas silvo-pastoriles en el ciclo de carbono, ha sido señalada por muchos autores. Las pasturas son importantes depósitos de carbono, la mayoría almacenado por la materia orgánica del suelo.

Sin embargo, ni los sistemas silvo-pastoriles, ni las pasturas, están incluidos en los programas de pago por servicio ambiental en Costa Rica. Si esta situación cambia, los ambientalistas que hacen estas políticas, requerirán datos exactos sobre el desempeño de tales sistemas. Por lo tanto, existe una necesidad de incrementar el conocimiento sobre el almacenamiento de carbono en sistemas silvo-pastoriles y pasturas. Durante el último siglo, aproximadamente 150 Pg C ha sido liberado a la atmósfera como consecuencia de los cambios en el uso de la tierra.

Esto equivale, en proporciones actuales, a aproximadamente 30 años de emisiones de combustible fósil. Pastizales, sistemas silvo-pastoriles y ciclo de carbono Estudios recientes mostraron que la productividad primaria neta en pastizales tropicales es mayor que la concebida previamente.

De manera que, el papel de los pastizales tropicales es muy importante en el ciclo global del carbono y su respuesta al cambio del clima. Los pastizales cubren el 20% del aérea global, por lo que sus suelos son una importante pila de carbono. Otras opciones de manejo de carbono relacionadas con los ecosistemas existentes y con los sistemas de producción incluyen la incorporación de árboles en los sistemas silvo-pastoriles. El contenido de carbono por encima del suelo en

sistemas agroforestales o en sistemas silvo-pastoriles varía entre 10 y 70 t ha⁻¹, y el flujo anual de carbono para el sistema se encuentra entre 1-10 t ha⁻¹ año⁻¹. Cuando el carbono almacenado en los suelos de estos sistemas es considerado, las formas anteriores pueden ser multiplicadas por un factor 2. Una reciente revisión de literatura realizada por el autor sobre el almacenamiento potencial de carbono en sistemas silvo-pastoriles en América Latina, revela que el promedio de flujo de carbono anual, por encima del suelo, para el sistema (durante un periodo de 50 años), se encuentra entre 1 y 3 t ha⁻¹ año⁻¹. Los valores para el promedio anual del flujo de carbono para el suelo (durante un período de 50 años) es aún más alto, variando entre 1 y 4 t ha⁻¹ año⁻¹.

De acuerdo con las estimaciones de FAO, hay cerca de 600 M ha de pastizales y pasturas en América Latina. Si toda esta área se convierte a sistemas silvo-pastoriles con la tasa promedio anual de almacenamiento de carbono de 2 t ha⁻¹ año⁻¹ se podría almacenar una cantidad total de cerca 30 Gt de carbono durante un período de 50 años. Sin embargo, es razonable no asumir que toda la tierra disponible puede ser incluida en estas actividades. Si nosotros asumimos que 20 Gt de carbono podría almacenarse durante un período de 50 años en América Latina, la figura anterior nos proporciona un valor total 20 mil millones de USD por el carbono almacenado en sistemas silvo-pastoriles en América Latina, i.e. 400 millones de USD por año en un período de 50 años.

NECESIDADES DE INVESTIGACION

1. La estimación de disponibilidad de la tierra para almacenamiento de carbono.
 - Los factores económicos, sociales, culturales e institucionales relacionados con el uso de la tierra y el cambio en el uso de la tierra.
 - Políticas de uso de tierra, opciones viables de uso de la tierra para los finqueros pobres.
2. Cuantificación de sumideros y flujos de carbono.
 - El carbono se agrupa y fluye en diferentes ecosistemas, eco-regiones y tipos de uso de la tierra.
 - Almacenamiento de carbono en sistemas silvopastoriles (mezclas de árboles y pastos, suelos).
 - Planificación y desarrollo de herramientas para conteo de carbono.
3. Políticas y mecanismos de financiamiento.
 - Desarrollo y comparación de métodos para el cálculo de créditos de emisiones certificadas.
 - Pago por servicios ambientales u otros tipos de incentivos y mecanismos de financiamiento para el almacenamiento de carbono.

MARKKU KANNINEN

Sistemas Silvopastoriles y Almacenamiento De Carbono: Potencial Para América Latina

MARKKU KANNINEN

SUMMARY

The conversion from forests to pastures has been the most important land use change in tropical Latin America in the last thirty years. Pastures in Central America replaced many of the deforested areas during the 60's, 70's and 80's. But, this by no means implies that these cattle production systems are the only cause of deforestation. This article shows that pastures are important carbon sinks, mostly stored by the organic matter under ground. However, neither the silvopastoral systems, nor the pastures, are included in the programs of payment for environmental service in Costa Rica and other parts of the world. If this situation changes, the environmental policy makers will require validated scientific data on the performance of such systems with respect to the amounts of C sequestered. Therefore, a necessity exists to increase the knowledge of carbon storage in silvopastoral systems and pastures. The author provides an overview of the current state of knowledge on the carbon cycle in pastures and its ability of these systems to sequester carbon in soils under pastures. He presented different options for handling the carbon flows to improve the sinks and maintain the carbon pools. Research issues that require attention were highlighted.

RECURSOS EN DISMINUCION O INCREMENTO DE NECESIDADES

La conversión de bosques a pasturas ha sido el cambio en el uso de tierra más importante en América Latina Tropical en los últimos treinta años. Muchas de las áreas deforestadas fueron reemplazadas por pasturas en Centroamérica durante las décadas de los 60's, 70's y 80's. Los lentos adelantos tecnológicos en sistemas ganaderos y el modesto aumento en la productividad, hicieron de la expansión de pasturas la única estrategia para aumentar la producción ganadera. La necesidad de un entendimiento del papel que juegan los pastizales tropicales y los sistemas silvo-pastoriles en el

ciclo de carbono, ha sido señalada por muchos autores. Las pasturas son importantes depósitos de carbono, la mayoría almacenado por la materia orgánica del suelo.

Esto de ninguna manera implica que estos sistemas de producción ganadera son la única causa de deforestación. La deforestación de los bosques tropicales de América Latina ha sido promovida por varios factores que incluyen políticas nacionales e internacionales, comodidad de acceso a los bosques, laderas pendientes, fertilidad de la tierra y clima favorable.

Las tasas de deforestación en Centroamérica fueron mayores durante el período de 1950 a 1986 que en los años siguientes. Se ha estimado que la deforestación disminuyó de 400,000 hectáreas por año en los 70's a 300,000 hectáreas en 1990. Así como la deforestación, en esta región también la población ganadera y las áreas de pastura han mostrado una pequeña reducción, cuando fueron comparadas con los datos de finales de los 70's o mediados de los 80's. Muchas áreas han sido abandonadas debido al mal manejo, causando la degradación del 40% de las pasturas.

Recientemente, ha surgido un interés en el almacenamiento de carbono. Centroamérica no es una excepción y Costa Rica es un país líder en la negociación de servicios ambientales. Aunque las pasturas ocupan el 31% del área total de Costa Rica, que es la misma área que ocupan los bosques, ellos no son considerados para incentivos por susceptibilidad de uso de la tierra.

Los problemas enfrentados por el ganado y las preocupaciones sobre el ambiente sugieren que actualmente algunas áreas destinadas a pasturas pueden ser liberadas para reforestación, contribuyendo así al almacenamiento de carbono. Esto no necesariamente podría ser cierto, ya que para muchos productores en Centroamérica, el ganado todavía tiene un valor importante. En este sentido, la conciliación de los servicios de producción y del ambiente, en sistemas ganaderos, parece ser una buena alternativa.

La necesidad de un entendimiento del papel que juegan los pastizales tropicales y los sistemas silvopastoriles en el ciclo de carbono, ha sido señalada por muchos autores. Las pasturas son importantes depósitos de carbono, la mayoría almacenado por la materia orgánica del suelo. Sin embargo, ni los sistemas silvo-pastoriles, ni las pasturas, están incluidos en los programas de pago por servicio ambiental en Costa Rica. Si esta situación cambia, los ambientalistas que hacen estas políticas, requerirán datos exactos sobre el desempeño de tales sistemas. Por lo tanto, existe una necesidad de incrementar el conocimiento sobre el almacenamiento de carbono en sistemas silvo-pastoriles y pasturas.

EL PAPEL DE LOS ECOSISTEMAS EN EL CICLO GLOBAL DEL CARBONO

Los ecosistemas terrestres y los suelos son depósitos considerables de carbono. Los bosques del mundo contienen un estimado de 340 Pg de C ($1 \text{ Pg} = 10^{15} \text{ g} = 1 \text{ Gt de C} = \text{gigaton}$; 1 gigaton = mil millones de toneladas) en vegetación, y 620 Pg de C en suelos. Esta es la razón por la cual los cambios en estos depósitos de C, pueden tener un impacto en el equilibrio global.

Durante el último siglo, aproximadamente 150 Pg de C ha sido liberado a la atmósfera como consecuencia de los cambios en el uso de la tierra. Esto equivale, en proporciones actuales, a aproximadamente 30 años de emisiones de combustible fósil.

El Panel Intergubernamental sobre Cambio Climático (IPCC, sigla en inglés) ha estimado que las emisiones antropogénicas de CO₂ fueron de 5.5 + 0.5 Pg de C (1 Pg = 10¹⁵ g = 1 Gt de C = gigaton; 1 gigaton = mil millones de toneladas) debido a la quema de combustible fósil y a la producción de cemento además de 1.6 + 1.0 Pg de C debido a la deforestación. Durante la última década aproximadamente 45% de las emisiones antropogénicas en la atmósfera, el resto ha sido asumido por los océanos y los ecosistemas de la tierra. Las emisiones per capita varían.

La mayoría del depósito de C en vegetación (62%) está localizada en bosques (tropicales) de latitud baja, mientras que la mayor parte del depósito de C en la tierra (54%) se localiza en los bosques de latitud alta (boreales).

En los trópicos, el depósito de C por encima del suelo varía entre 60 a 230 t C ha⁻¹ en bosques primarios y entre 25 a 190 t C ha⁻¹ en bosques secundarios. En los bosques tropicales, el depósito de C en el suelo varía entre 60 y 115 t C ha⁻¹. En otros sistemas de uso de la tierra, como en la agricultura o en la crianza de ganado, los depósitos de C en el suelo son considerablemente más bajos.

PASTIZALES, SISTEMAS SILVO PASTORILES Y CICLO DE CARBONO

En general, la agroforestería y los sistemas silvo-pastoriles pueden contener considerables depósitos de C, normalmente no considerado en inventarios de reservorios de carbono en los bosques. En ciertos casos, el depósito de C por encima del suelo de los sistemas agroforestales está cerca de aquellos encontrados en los bosques secundarios. Además, el depósito de C en el suelo aumenta en la agroforestería.

Estudios recientes mostraron que la productividad primaria neta en pastizales tropicales es mayor que la concebida previamente. De manera que, el papel de los pastizales tropicales es muy importante en el ciclo global del carbono y su respuesta al cambio del clima. Los pastizales cubren el 20% del área global, por lo que sus suelos son un importante reservorio de carbono.

Los niveles de materia orgánica del suelo en los bosques disminuyen después de convertirlos a pasturas, de esta manera convirtiéndose en fuentes de CO₂. La dinámica del carbono en el suelo de sistemas ganaderos depende del tipo de pasturas que se utilizan. Sin embargo, las pérdidas de carbono en el suelo bajo pasturas son menores que en los suelos con cultivos agrícolas. De hecho, se han encontrado muchas pasturas actuando como reservorios de carbono.

Una reciente investigación ha demostrado la importancia de las pasturas en el ciclo de carbono. Las leguminosas y los pastos de raíces profundas introducen más carbono orgánico al suelo que las sabanas nativas en las llanuras Colombianas.

El manejo de pasturas (edad, quema, intensidad de pastoreo), las características físicas del sitio y los atributos de la planta, son factores importantes para el almacenamiento de carbono. Las cantidades de carbono orgánico y las tasas de mineralización de carbono son más altas en pasturas viejas que en las jóvenes. Los efectos de las quemaduras dependen de su frecuencia. Las quemaduras anuales reducen tanto la productividad de la planta como el carbono del suelo, mientras que si se quema cada 4 años y se mantiene un pastoreo liviano, se provee valores más constantes para ambas variables. Los efectos de la intensidad de pastoreo en carbono orgánico del suelo de no están claros.

Se ha encontrado que una apropiada intensidad de pastoreo mejora la calidad del suelo aumentando carbono orgánico al mismo. Esto parece favorecerse por la reducción de hojarasca y la eliminación de biomasa muerta. También se ha reportado la reducción de hojarasca y la acumulación de carbono bajo condiciones de pastoreo. Hay estudios que reportan que una fuerte intensidad de pastoreo da valores de carbono orgánico del suelo comparables con aquellos de pasturas sin pastoreo, debido a una mayor densidad de raíces y ciclaje de estas.

Sin embargo, en una intensidad de pastoreo moderada, estos valores fueron menores. La fertilización de N puede contribuir al almacenamiento del carbono, sobre todo en plantas C4. El buen manejo de pasturas tiene el potencial para almacenar carbono orgánico en el suelo, además de restaurar la fertilidad natural de la tierra y de aumentar la actividad biológica.

Bajo condiciones de alta tabla de agua, la textura del suelo está positivamente correlacionada con el carbono orgánico del mismo. En general, la arcilla tiene un efecto importante sobre la habilidad de la tierra para almacenar carbono. La precipitación también afecta el almacenamiento de carbono del suelo. La mayor parte del carbono orgánico del suelo se encuentra en la capa de 30 cm. sobre el suelo.

Las pasturas mejoradas almacenan más carbono que las nativas en la Zona Atlántica de Costa Rica. La producción de materia seca y biomasa de las raíces de *Brachiaria dictyoneura* es dos y hasta tres veces más alta, respectivamente, que las de *Axonopus compressus*. Esto implica un tiempo de residencia de carbono más largo en las raíces de *Brachiaria*. La producción bajo tierra es un factor importante en el equilibrio del carbono de una pastura. La introducción de especies mejoradas y las buenas prácticas de manejo aumentan el suministro de carbono orgánico al suelo.

El uso de pasturas mejoradas y de sistemas silvopastoriles, puede favorecer la ganancia de peso, la producción de materia seca y el ciclaje de nutrientes. Esto también puede reforzar el almacenamiento de carbono en el suelo. Así que, estos sistemas podrían ser útiles como reservorios de carbono, mientras que al mismo tiempo representan una alternativa productiva para los finqueros.

CONVENCION SOBRE EL CLIMA: LOS OBJETIVOS Y METAS

El último objetivo de la Convención sobre el Clima es estabilizar, a un cierto nivel, las concentraciones de gases de efecto invernadero en la atmósfera, lo cual podría: a) prevenir la peligrosa interferencia antropogénica con el clima y b) minimizar los riesgos y efectos adversos en

los ecosistemas. Hasta ahora, no se ha definido cual es el nivel de Gases de efecto invernadero (GEI) en la atmósfera o cual debe ser y que tan rápido debe cumplirse la meta de estabilización.

Partes de la Convención del clima, han acordado comprometerse con ciertas acciones para lograr el objetivo global de la convención. La meta para la estabilización de concentraciones de GEI en la atmósfera puede, en principio, lograrse: a) reduciendo de emisiones de GEI a la atmósfera (reducción de fuentes), y b) quitando GEI de la atmósfera (perfeccionamiento de sumideros). Estas fueron acordadas en el Protocolo de Kyoto, firmado en 1997.

Para la meta global de la convención sobre el clima, es de importancia primaria que los ecosistemas terrestres del mundo estén en un estado donde su habilidad de actuar como sumidero de gases de efecto invernadero se mantenga y se refuerce. Esto requiere tanto de la conservación como del manejo sostenible de los bosques y otros ecosistemas. Con respecto a la conservación, al manejo sostenible y al perfeccionamiento de sumideros y reservorios, se requieren cuatro tipos de acciones generales:

- Medidas contra la desertificación, deforestación y destrucción del bosque. Estos deben apuntar a la estabilización del bosque, donde sea apropiado y aumentarlo, cuando sea posible.
- Promoción de la salud global de los ecosistemas. Esto incluye especialmente acciones contra efectos dañinos causados por contaminantes.
- Medidas contra la degradación de los ecosistemas (manejo no sostenible, etc.) y medidas que aumenten el potencial de bosques para actuar como sumideros de GEI (densidades de reservorios, cantidad de biomasa, etc.).
- Promoción de investigación científica, monitoreo e intercambio de información sobre a) los bosques como fuentes y sumideros de GEI, y b) manejo sostenible de bosques.

Los ecosistemas pueden ser tanto fuentes como sumideros de gases de efecto invernadero. Los ecosistemas también son un considerable depósito de carbono. Por ejemplo, los bosques contienen más de 80% del carbono global sobre el suelo. De esta manera, las acciones que incluyen los bosques se relacionan con todas estas tres categorías: las fuentes, los sumideros y los reservorios.

Debe notarse, sin embargo, que con respecto al objetivo global de la convención estos programas que involucran el uso de la tierra y el cambio de uso de tierra pueden tener muchos objetivos paralelos. Por ejemplo, el aumento del GEI eliminado de la atmósfera a través del perfeccionando o los sumideros, puede ser considerado como una meta a corto plazo. Cuando los árboles están madurando, ninguna captación neta de carbono ocurre, i.e. el ecosistema está saturado con carbono. Por otro lado, puede usarse la energía del árbol y de la biomasa como reemplazo de combustibles fósiles. Esta es una meta a largo plazo debido al hecho de que, cuando los árboles se queman el carbono es liberado a la atmósfera, pero es carbono reciclado, i.e. ningún carbono nuevo (fósil) se agrega al sistema. Finalmente, el objetivo principal en los programas de forestación y reforestación normalmente son la producción de bienes y servicios (combustible, materia prima, control de erosión, etc.), y el

almacenamiento de carbono solo puede considerarse como un beneficio adicional (y de corto plazo) de estos programas.

OPCIONES DE MANEJO DEL CARBONO PARA LOS ECOSISTEMAS: EL PERFECCIONAMIENTO DE LOS SUMIDEROS Y MANTENIMIENTO DE LOS RESERVORIOS

En principio, la reserva de carbono de cualquier ecosistema terrestre tiene dos componentes principales, el área total del ecosistema y la densidad de carbono por unidad de área. De esa manera, con el propósito de reforzar los sumideros y mantener las reservas de carbono, podemos desarrollar acciones para aumentar el área de estos ecosistemas, aumentar su densidad del carbono o podemos hacer ambas acciones simultáneamente.

Existen varios estudios que intentan estimar el área disponible de la tierra potencial para forestación, reforestación, agroforestería, conservación u otras opciones de manejo para el almacenamiento de carbono. Sin embargo hay muchas restricciones relacionadas con estas formas. La disponibilidad real de tierra para estos programas depende de factores económicos, sociales, culturales e institucionales que influyen en el uso de la tierra.

El manejo sostenible del reservorio de carbono en bosques existentes, sistemas silvopastoriles y tierras agrícolas ofrece una opción interesante. El contenido de carbono por encima del suelo de los ecosistemas forestales tropicales varía entre 25 y 250 t C ha⁻¹. De esta manera, al reducir la deforestación y al aumentar las medidas para la protección del bosque se ofrece una manera rentable de reducir las emisiones de CO₂. Sin embargo, esta opción se excluyó de los Mecanismos de Desarrollo Limpio durante las recientes negociaciones de implementación del Protocolo de Kyoto.

Otras opciones de manejo de carbono relacionadas con los ecosistemas existentes y con los sistemas de producción incluyen la incorporación de árboles en los sistemas, ya sea como sistemas agroforestales o como sistemas silvo pastoriles. El contenido de carbono por encima del suelo en sistemas agroforestales o en sistemas silvopastoriles varía entre 10 y 70 t C ha⁻¹, y el flujo anual de carbono para el sistema se encuentra entre 110 t C ha⁻¹ año⁻¹. Cuando el carbono almacenado en los suelos de estos sistemas es considerando, las formas anteriores pueden ser multiplicadas por un factor 2.

Una reciente revisión de literatura realizada por el autor sobre el almacenamiento potencial de carbono en sistemas silvopastoril es en América Latina, revela que el promedio de flujo de carbono anual, por encima del suelo, para el sistema (durante un período de 50 años), se encuentra entre 1 y 3 t C ha⁻¹ año⁻¹. Los valores para el promedio anual del flujo de carbono para el suelo (durante un período de 50 años) es aún más alto, variando entre 1 y 4 t C ha⁻¹ año⁻¹.

El IPCC estimó que de 300 a 1900 millones de hectáreas de tierra estarían disponibles globalmente para el almacenamiento de C. Otros científicos sugieren que globalmente 700 millones de Ha de tierra pudieran estar disponibles para programas de conservación y

almacenamiento de C: 345 Mha para plantaciones agroforestales, 138 Mha para deforestación tropical retardada y 217 Mha para regeneración natural y asistida de bosques tropicales.

La cantidad anterior de tierra podría conservar y almacenar de 60 a 87 Pg de C en el 2050. Globalmente, la forestación, la agroforestería y los sistemas silvopastoriles cuentan con el 50% del total (38 Pg C), con aproximadamente 20% de esta acumulación en suelos.

La cantidad de C que podría conservarse y almacenarse mediante prácticas de uso de la tierra y prácticas del sector forestal para el 2050 es equivalente a cerca de 11 a 15% del total de emisiones de combustible fósil durante el mismo período de tiempo.

EL POTENCIAL DE SISTEMAS SILVOPASTORILES EN AMÉRICA LATINA

De acuerdo con las estimaciones de FAO, hay cerca de 600 M ha de pastizales y pasturas en América Latina. Si toda esta área se convierte a sistemas silvo-pastoriles con la tasa promedio anual de almacenamiento de carbono de $2 \text{ t C ha}^{-1}\text{año}^{-1}$ se podría almacenar una cantidad total de cerca 30 Gt de carbono durante un período de 50 años.

Sin embargo, es razonable asumir que no toda la tierra disponible se puede incluir en estas actividades. Si nosotros asumimos que 20 Gt de carbono pudiera almacenarse en un periodo de 50 años en América Latina, esto sería el equivalente a aproximadamente 10% de las emisiones acumuladas de la quema de combustibles fósiles y del cambio de uso de tierra en la misma región sobre el mismo período.

Si nosotros asumimos que el valor de una tonelada de carbono almacenado es de 1 USD, la figura anterior nos proporciona el valor total 20 mil millones de USD por el almacenamiento de carbono en sistemas silvo-pastoriles en América Latina, i.e. 400 millones de USD por año sobre un período de 50 años.

NECESIDADES DE INVESTIGACION

La discusión anterior muestra que hay muchas incertidumbres relacionadas con estas estimaciones. De esta manera, es importante iniciar programas de investigación y proyectos de almacenamiento de carbono en bosques, pastizales y sistemas silvo-pastoriles para reducir el rango de incertidumbre en nuestras estimaciones. Esta necesidad está siendo aún más visible cuando los proyectos de forestación y reforestación son planeados e implementados bajo los Mecanismos de Desarrollo Limpio.

Las principales necesidades de investigación incluyen:

1. La estimación de disponibilidad de tierra para almacenamiento de carbono
 - Los factores económicos, sociales, culturales e institucionales relacionados con el uso de la tierra y el cambio en el uso de la tierra.
 - Políticas de uso de tierra, opciones viables de uso de la tierra para los finqueros pobres.
2. Cuantificación de sumideros y flujos de carbono

- El carbono se agrupa y fluye en diferentes ecosistemas, eco- regiones y tipos de uso de la tierra.
 - Almacenamiento de carbono en sistemas silvo-pastoriles mezclas de árboles y pastos, suelos)
 - Modelaje y desarrollo de herramientas para cuantificación de carbono
3. Políticas y mecanismos de financiamiento.
- Desarrollo y comparación de métodos para el cálculo de créditos de emisiones certificadas.
 - Pago por servicios ambientales u otros tipos de incentivos y mecanismos de financiamiento para el almacenamiento de carbono.

CONCLUSIONES

El manejo de la tierra no puede resolver el problema del calentamiento global. Por ejemplo, las emisiones provocadas por la deforestación tropical y otros cambios en el uso de la tierra constituyen solo una ligera proporción (Aproximadamente 15%) de las emisiones de quema de combustibles fósiles. Sin embargo, junto con otras medidas, el manejo del carbono en ecosistemas tropicales puede formar parte del acto global, pero es difícil cuantificar su contribución.

Adicionalmente, se debe notar que el manejo de los ecosistemas tropicales puede tener funciones y metas diferentes a las de resolver el problema del calentamiento global. Para la mayor parte de las personas en países en vías de desarrollo, los árboles son la principal fuente de energía. La tierra forestal se convierte para agricultura, para la producción de alimentos requeridos por una población en constante crecimiento. Están aumentando los nuevos desafíos para el manejo forestal sostenible y para la conservación de la biodiversidad. Esto no implica, sin embargo, que no se pueda hacer nada. Pareciera que la meta mínima a alcanzar es el desarrollo de las herramientas que permitan la combinación de estos objetivos múltiples.

Fijación De Carbono En Sistemas Silvopastoriles: Una Propuesta Metodológica

HERNÁN J. ANDRADE Y MUHAMMAD IBRAHIM

SUMMARY

The global warming is one the biggest current problems in the world. However, forestry systems have an important role in the mitigation of this prejudicial effect, because trees fixate carbon in its biomass. The impact of silvopastoral systems or other types of systems in global warming mitigation is the difference between the sequestered carbon by the project and the base line (without project). In carbon sequestration projects, the assessment of carbon flow is an important component; this monitoring must be done through sequential measurements in permanent sample plots. The design of the monitoring system must consider the cost-benefit balance. In general, there are three levels of accuracy, depending of the frequency of monitoring: 1) basic (plots are measured at the beginning and at the end); 2) moderate (plots are monitored each 2-3 year and the final harvest); and 3: high (plots are yearly measured). There are three main methodologies to monitor carbon sequestration in forestry projects: 1) modelling, 2) remote sensors, and 3) field measurements. The carbon in ecosystems is stored in four main pools: 1) aboveground biomass, 2) litter, 3) root systems, and 4) soil organic carbon. It is necessary to consider which are the most relevant pools in each specific project.

INTRODUCCIÓN

El calentamiento de la tierra es un hecho cada vez más notable. La temperatura global se ha incrementado en aproximadamente 0.45oC desde mediados de siglo pasado (Ciesla 1996). Este aumento en la temperatura global se debe, en gran parte, a los efectos de los gases de invernadero (metano, dióxido de carbono, óxidos nitrosos). La concentración de dióxido de carbono (CO₂) en la atmósfera se incrementó de 280 partes por millón (ppm) en 1750 a 345 ppm en 1984. En cuanto a sistemas de uso de la tierra, la ganadería tradicional ha sido culpada de aportar grandes cantidades de metano a la atmósfera, ya que los bovinos y otros rumiantes producen este gas (Ciesla 1996); además, la

degradación de pasturas contribuye de manera significativa en el aumento del CO₂ atmosférico (Houghton *et al.* 1991).

Las actividades de forestería pueden ser implementadas para mitigar el calentamiento global (IPCC 2000). Existen básicamente tres categorías de prácticas de manejo forestal que pueden frenar el incremento del dióxido de carbono en la atmósfera: 1) manejo para la conservación del carbono, 2) manejo para el secuestro y almacenamiento de carbono, y 3) manejo para la sustitución de carbono (Vine *et al.* 1999). En este sentido, los sistemas silvopastoriles son una alternativa productiva con posibilidades de fijación de carbono; sin embargo, pocas investigaciones se han realizado en este campo, en comparación a las desarrolladas en bosques y plantaciones forestales.

En los proyectos de fijación de carbono, el monitoreo cuantitativo es un importante componente. El monitoreo del secuestro de carbono en el tiempo y la verificación de los resultados, requiere una serie de inventarios de carbono repetitivos y periódicos en parcelas permanentes de muestreo. A la hora de diseñar un sistema de inventario de carbono se debe tener en cuenta la realidad económica de los costos y beneficios, para lograr un balance entre la precisión y los recursos disponibles para los esfuerzos de monitoreo (MacDiken 1997).

MONITOREO DEL SECUESTRO DE CARBONO EN SISTEMAS SILVOPASTORILES

Generalidades

La metodología de monitoreo del almacenamiento de carbono orgánico en sistemas forestales y agroforestales consiste en estimar la diferencia en carbono almacenado en suelos y biomasa para sitios con y sin el proyecto sobre un período de tiempo específico. La diferencia es la cantidad de carbono almacenado es el carbono secuestrado por el proyecto. En proyectos agroforestales, el caso de referencia es el sistema de uso de la tierra existente (Powell y Delaney, 1998).

Los inventarios de carbono son una fotografía del carbono almacenado en el tiempo. La metodología de monitoreo debe ser consistente para comparar entre sitios, sistemas y períodos (MacDiken 1997). Existen tres técnicas generales de monitoreo pueden ser usadas para evaluar el carbono fijado en proyectos forestales: 1) modelaje, 2) sensores remotos, y 3) mediciones en campo (Vine *et al.* 1999). El uso de alguna de estas técnicas dependerá básicamente de la disponibilidad de recursos y del grado de detalle y precisión requeridos.

El esfuerzo de monitoreo depende del balance beneficio/costo. Se puede considerar tres niveles de esfuerzo: 1) Básico: el de menor costo, pero igualmente el de menor exactitud (error de un 30% de la media). Las parcelas permanentes de muestreo son medidas sólo dos veces (inicio del proyecto y cosecha final). 2) Moderado: Provee una exactitud mayor, el error ronda el 20% de la media. Las parcelas son monitoreadas cada 2 a 3 años y en la cosecha final. 3) Alto: esta opción produce estimados más precisos (error de 10-15% de la media). Las parcelas son medidas anualmente (MacDiken 1997).

El diseño de la metodología de monitoreo depende de cuanto carbono será fijado. Por ejemplo, el monitoreo de proyectos que fijen 2 o 3 t C. ha⁻¹ año⁻¹ puede que no sea efectivo en costo, debido a que

los costos son muy similares a proyectos que fijan 10 o 15 t C. ha⁻¹año⁻¹. Estas economías de escala son importantes cuando se prepare un plan y presupuesto de monitoreo (MacDiken 1997).

Inventarios de carbono

En sistemas silvopastoriles, debido a su alta variabilidad espacial, los muestreos estratificados al azar producen resultados más precisos a un mismo costo que otras opciones. La población debe ser dividida en estratos, de acuerdo a algunas características (vegetación, suelo o topografía). Estos estratos se pueden definir empleando imágenes satélite, fotografías aéreas, y mapas de vegetación, suelos o topografía (MacDiken 1997).

A nivel de proyecto, la creación de parcelas permanentes, datos de inventario forestal o técnicas alométricas pueden ser usadas (Vine *et al.* 1999). El uso de parcelas permanentes es generalmente considerado como un medio estadísticamente superior para evaluar los cambios temporales, debido a que presentan dos ventajas importantes: 1) proveen datos más reales del desarrollo de la vegetación y 2) son más fácilmente verificables que otros métodos (MacDiken 1997). Al realizar los inventarios, a través del tiempo, en las mismas parcelas de muestreo se reducen los errores en la estimación y los cambios en los resultados podrían ser considerados como flujos de carbono.

A nivel de proyecto, la creación de parcelas permanentes, datos de inventario forestal o técnicas alométricas pueden ser usadas (Vine *et al.* 1999). El uso de parcelas permanentes es generalmente considerado como un medio estadísticamente superior para evaluar los cambios temporales, debido a que presentan dos ventajas importantes: 1) proveen datos más reales del desarrollo de la vegetación y 2) son más fácilmente verificables que otros métodos (MacDiken 1997). Al realizar los inventarios, a través del tiempo, en las mismas parcelas de muestreo se reducen los errores en la estimación y los cambios en los resultados podrían ser considerados como flujos de carbono.

Cuadro 1. Tamaño de parcelas para inventarios de carbono.

Área por árbol (m ² /árbol)	Tamaño parcela (m ²)	Aplicación
0 – 15	100	Vegetación muy densa, rodales con gran número de tallos de diámetros pequeños, distribución uniforme de tallos grandes
15 – 40	250	Vegetación leñosa moderadamente densa
40 – 70	500	Vegetación leñosa moderadamente esparcida

70 – 100	666.7	Vegetación leñosa esparcida
> 100	1000	Vegetación leñosa muy esparcida

Fuente: MacDicken, 1997

La determinación del número de parcelas de muestreo es el siguiente paso metodológico, este número depende del nivel de precisión del monitoreo. Se debe determinar el tamaño de la muestra para cada estrato, ya que en inventarios de carbono, cada componente tiene diferente variancia. Para asegurar que siempre se cuenta con un número adecuado de parcelas para medición, es recomendable incrementar su número en un 10 a 20% (MacDiken 1997).

La frecuencia del monitoreo y evaluación dependerá también del componente de carbono que esté siendo afectado por el proyecto, cada pool de carbono tiene una diferente tasa de cambio. Aquellos componentes que tienen un relativo rápido cambio en carbono, el monitoreo debe hacerse anualmente. El monitoreo de carbono en suelos no es necesario conducirlo anualmente, debido a que es más costoso y en áreas no disturbadas este carbono no cambia dramáticamente de año a año (Vine *et al.* 1999). Para eliminar el efecto de la estacionalidad como una fuente de variación de los resultados, los inventarios siguientes deben ser realizados en la misma época del primer inventario, preferiblemente en el mismo mes (MacDiken 1997).

Componentes de almacenamiento de carbono en sistemas silvopastoriles

El carbono de ecosistemas usualmente está fraccionado en cuatro principales componentes: biomasa sobre el suelo, hojarasca, sistemas radiculares y carbono orgánico del suelo (Snowdon *et al.* 2001). En esta metodología se describe la forma como debe hacerse el inventario a nivel de cada componente.

La decisión de cual componente de carbono se evaluará es un aspecto preponderante para el inventario. En general, todos los componentes que son grandes y sujetos a cambios sustanciales en el tiempo de la vida del proyecto deberían ser medidos. Los costos de monitoreo deberían ser siempre inferiores a los valores de los créditos de carbono, para tener un balance positivo en la relación beneficio/costo (MacDiken 1997). En la actual fase piloto de la implementación conjunta, se asume que el carbono tendrá un valor económico en el futuro.

Las mediciones de campo incluyen dos tipos de técnicas (estudios de biomasa y muestreo destructivo) las cuales pueden ser usadas junto al monitoreo de carbono en proyectos forestales (Vine *et al.* 1999).

- Biomasa arriba del suelo

La biomasa viva sobre el suelo está básicamente dividida en 1) la biomasa de los componentes leñosos y 2) biomasa del sotobosque: pastos, hierbas, estados juveniles y otros (Snowdon *et al.* 2001).

1. Biomasa de los componentes leñosos. Diferentes métodos para estimar la biomasa a partir de mediciones simples son comúnmente usados: a) Aplicación de una ecuación de regresión específica a especies de árboles individuales a diámetro y/o otras medidas de los árboles, b) Aplicación de una ecuación de regresión genérica a diámetro y otras medidas de árboles, c) Estimación de tablas de biomasa específicas para especies o genéricas basadas en diámetro y/o altura, d) Uso de tablas de rendimiento estándar para estimar el volumen de fuste y aplicando la gravedad específica se convierte a biomasa de fuste, posteriormente se aplica un factor de expansión para estimar biomasa entera del árbol (Snowdon *et al.* 2001). E) Uso de la técnica del árbol promedio MacDiken (1997). En todas estas opciones, se debe medir el diámetro y altura total de toda la vegetación leñosa de un diámetro a la altura del pecho (dap) mayor de 2 cm. Tomar submuestras de vegetación leñosa de diámetro menor y plantas herbáceas usando parcelas más pequeñas (MacDiken 1997).
 - i. Uso de modelo de biomasa específico para cada especie. Los valores de dap y altura se deben convertir a biomasa con ayuda de modelos. Es preferible usar modelos de biomasa directamente que usar valores de la densidad de la madera para transformar valores de volumen de madera de fuste en biomasa, debido a que la densidad de la madera varía significativamente entre árboles de una especie (MacDiken 1997).
 - ii. Aplicación de modelos genéricos. Se han desarrollado modelos generales como herramienta para estimar el contenido de biomasa aérea en inventarios forestales (Brown *et al.* 1989). Estos pueden ser utilizados, en forma general, cuando no existen modelos específicos para zonas o condiciones particulares (Cuadro 2).

Cuadro 2. Modelos alométricos para estimar la biomasa sobre el suelo con datos de inventarios forestales.

Tipo de clima basado en precipitación anual	Ecuación	R ² ajustado
Seco (< 1500 mm)	$y = 34.4703 - 8.0671 D + 0.6589 D^2$	0.67
Húmedo (150 – 4000 mm)	$y = 38.4908 - 11.7883 D + 1.1926 D^2$	0.78
	$y = \exp [-3.1141 + 0.9719 \ln(D^2H)]$	0.97
	$y = \exp [-2.4090 + 0.9522 \ln(D^2HS)]$	0.99

	$H = \exp [1.0710 + 0.5677 \ln D]$	0.61
Lluvioso (> 4000 mm)	$y = 13.2579 - 4.8945 D$	0.9
	$y = \exp [-3.3012 + 0.9439 \ln(D^2H)]$	0.9
	$H = \exp [1.2017 + 0.5627 \ln D]$	0.74

y : Biomasa sobre el suelo (Kg.); H: Altura (m); D: Diámetro a la altura del pecho (1.3 m) (m); D : Densidad de la madera (t/ cm³). Fuente: Brown *et al.* 1989.

- iii. Estimación de modelos o tablas de biomasa específicas para cada especie. Cuando no se encuentran modelos específicos para cada especie es necesario desarrollarlos (Andrade 1999). Los modelos son ecuaciones matemáticas que relacionan la biomasa con las mediciones de árboles en pie (dap, altura comercial y total, crecimiento diamétrico, etc.) (Araújo *et al.* 1999; Ortiz 1993; Brown 1997). Estos modelos de biomasa pueden ser construidos usando un mínimo de treinta árboles bien seleccionados (MacDiken 1997). En el caso de árboles muy grandes, la biomasa de fuste y ramas grandes puede calcularse en forma indirecta, es decir, utilizando los métodos de cubicación y estimando el volumen de las trozas (ecuaciones de Smallian, Huber, etc). Al final se suman estos volúmenes para obtener el volumen total. Se toman muestras de madera del fuste y ramas, y se pesan en el campo, luego se calcula en el laboratorio los factores de conversión de volumen a peso seco necesarios, es decir, la densidad verde y densidad seca (Ortiz 1993; Segura 1997). Para determinar el porcentaje de materia seca, se toma una submuestra de alrededor de 200 g, y es secado en horno (70-80oC) hasta llevar a peso constante (MacDiken 1997).
- iv. Uso de tablas de volumen. Las tablas de volumen estiman el volumen de árboles en pie con algunas de sus dimensiones (dap, altura total). Posteriormente, con ayuda de la gravedad específica y el factor de expansión de biomasa (relación entre biomasa total y biomasa de fuste) puede estimarse la biomasa total aérea. Los valores de gravedad específica por especie pueden ser encontrados en la literatura o en su defecto determinados por análisis de laboratorio, tomando piezas de madera de dimensiones conocidas, se secan completamente (70°C por 72 horas), se pesan y este valor se divide en su volumen (Vine *et al.* 1999). En cuanto a valores de factor de expansión de biomasa, Segura (1997), encontró un factor de expansión de biomasa (relación de biomasa total sobre biomasa de fuste) de 1.7 para *Quercus costarricensis* en un bosque de altura de Costa Rica. En otro estudio, Solís (1998) estimó un factor de expansión de biomasa

promedio de 2.5 para árboles de bosque sub-húmedo estacional de lomerío en Santa Cruz, Bolivia. En cuanto a sistemas agroforestales, en cuatro estudios se encontró una relación de biomasa total arriba del suelo sobre biomasa del fuste de 2.15 (1.93 – 2.40). Sin embargo, una relación más comúnmente empleada es 1.6 (Dixon 1995).

- v. La técnica del árbol promedio. La técnica del árbol promedio puede ser una alternativa más económica que las técnicas alométricas. El concepto de base es que un árbol de tamaño promedio tendrá también una cantidad promedio de biomasa, para esto, el área basal tiende a ser un buen predictor de la biomasa total. Los árboles seleccionados son muestreados destructivamente para determinar su biomasa, el peso del árbol promedio es multiplicado por el número de árboles del rodal para obtener un estimado de la biomasa total. Esta técnica puede ser modificada incluyendo un muestreo estratificado, el método de la relación de área basal o usando valores de promedio ponderado (MacDiken 1997).
2. Biomasa de los componentes herbáceos. El componente herbáceo está básicamente constituido por la pastura, el cual puede ser inventariado por medio de marcos de 50 x 50 cm. Se lanza el marco en los sitios de muestreo seleccionados, se corta todo el material herbáceo que se encuentre dentro de él y se pesa en fresco, tomando una submuestra de alrededor de 200 g para determinar contenido de materia seca en el laboratorio. Otra metodología que se puede emplear es el llamado método de doble muestreo (BOTANAL), el cual consiste de un muestreo real y otro visual.

- Biomasa bajo el suelo

La estimación del almacenamiento de carbono en biomasa bajo (raíces) es importante en proyectos de fijación de carbono, ya que ésta representa entre un 10 y 40% de la biomasa total (MacDiken 1997). La biomasa de raíces puede estimarse básicamente por dos procedimientos: 1) medición directa y 2) uso de relaciones (modelos) de biomasa de raíces obtenidas en la literatura.

1. Medición directa de biomasa de raíces. La medición de biomasa de raíces consume mucho tiempo y arroja, por lo general, niveles moderados de precisión, debido a la amplia variabilidad en distribución de las raíces en el suelo (MacDiken 1997). En estudios de biomasa bajo el suelo, se debe realizar una clasificación diamétrica de las raíces: muy finas (<0.5 mm), finas (0.5-2.0 mm), pequeñas (2.0-5.0 mm), medias (5.0-10 mm), gruesas (10-20 mm), y muy gruesas (>20 mm) (Schlönvoigt *et al.* 2000). En la mayoría de los protocolos de monitoreo de fijación de carbono en proyectos forestales, se considera las raíces finas como las de diámetro menor a 2.0 mm, siendo éstas las más estudiadas por su dinámica (MacDiken 1997; Snowdon *et al.* 2001). El método más usado es el de muestreo con barreno de golpe. Esta metodología consiste en obtener las muestras de suelo utilizando un barreno de acero (cilindro de 8 cm. de diámetro por 25 cm. de longitud), dentado en la base y con un émbolo en

su interior que sirve para descargar el suelo. Para introducir el barreno en el suelo se emplea un mazo de plástico que absorbe los golpes. Las muestras de suelo pueden ser conservadas en agua con alcohol (15%) y mantenidas en refrigeración (5°C) hasta ser procesadas (López, 1998). El muestreo de raíces debe contemplar los siguientes pasos:

- i. Estratificar el suelo, según las profundidades a estudiar. *E.g.* 0-10 cm, 10-20 cm, 20-40 cm, etc.
 - ii. Extraer muestras de suelos con raíces en un cilindro de volumen conocido.
 - iii. Extraer y lavar las raíces encontradas en las muestras de suelo. Se debe emplear un factor de corrección de 1.25-2.0 a los datos finales, para contemplar las pérdidas de raíces por muestreo y procesamiento.
 - iv. Separar las raíces por especie, esto se realiza según algunas características notables de las raíces, tales como su color.
 - v. Llevar a horno a 70°C y secar hasta obtener peso constante.
 - vi. Extrapolar los datos (biomasa de raíces) a valores por superficie de suelo.
2. Uso de modelos o relaciones de biomasa de raíces. Para algunos proyectos puede ser mejor estimar la biomasa de raíces usando una relación de biomasa de raíces : biomasa aérea, sin embargo, la literatura no contiene valores de biomasa de raíces para una amplia variedad de tipos de vegetación. Algunos valores de biomasa en bosques tropicales sugieren que la relación biomasa de raíces:biomasa aérea varía de 0.03 a 0.49, aunque para ofrecer resultados conservativos se podría emplear un valor de 0.10 a 0.15 (MacDiken 1997). En otros pocos estudios que han medido biomasa de raíces, las raíces han presentado cerca del 10% de la biomasa sobre el suelo en áreas húmedas y cerca del 30% en áreas semiáridas (Dixon 1995). Debido a que las estimaciones de biomasa de raíces son un aspecto difícil de desarrollar, debido a su alto costo, Kurz *et al.* (1996) desarrollaron algunos modelos como herramienta para estimar la biomasa radical por grupos de especies de árboles en sistemas forestales de Canadá (Cuadro 3).

Cuadro 3. Modelos alométricos para la estimación de biomasa de raíces.

Tipo de especie	Variable a estimar	Modelo
De madera suave	Biomasa de raíces	$BR = 0.231 (BA)$
De madera dura	Biomasa de raíces	$BR = e^{0.359} BA^{0.639}$
Todas	Proporción de raíces finas	$Pf = e^{1.007} BR^{-0.841} *$

BR: Biomasa de raíces ($Mg\ ha^{-1}$); BA: Biomasa sobre el suelo ($Mg\ ha^{-1}$); Pf: Proporción de raíces finas (máximo 0.9); y FRB es la biomasa de raíces finas ($Mg\ ha^{-1}$). Fuente: Kurz *et al.* 1996.

- Hojarasca

La hojarasca se refiere los residuos orgánicos (hojas, ramas, frutos, semillas) depositados en la superficie de suelo. En los proyectos de fijación de carbono en sistemas silvopastoriles, los cambios en la hojarasca pueden ser importantes, particularmente cuando se altera la estructura de la vegetación. La medición de la hojarasca es fácil, pero requiere la demarcación de algunos estándares predefinidos, y no requiere del monitoreo de la caída de hojarasca (MacDiken 1997).

La determinación del componente hojarasca es similar a la descrita en el caso de pastos, con el uso de marcos (50 x 50 cm.). El procedimiento es sencillo, se coloca el marco en el suelo, se recoge toda la hojarasca encontrada dentro del marco, se pesa en fresco y se toma una muestra de alrededor de 200 g, para determinar proporción de materia seca.

ESTIMACIÓN DE FIJACIÓN DE CARBONO EN BIOMASA

Una vez se tenga el inventario de la biomasa del ecosistema, es necesario hacer las respectivas transformaciones para reportar los valores en términos de toneladas de carbono almacenadas, para esto se emplea la fracción de carbono. Las estimaciones de la cantidad de carbono almacenado para diversos tipos de bosques naturales, bosques secundarios y plantaciones forestales en su gran mayoría asumen el valor de la fracción de carbono en materia seca en un 50% para todas las especies en general (Brown y Lugo 1984). Así mismo, las normas establecidas por el IPCC (1996), recomiendan utilizar 0.5 como fracción de carbono en materia seca en caso de no existir datos disponibles.

Carbono Orgánico en Suelos

Los suelos son a menudo grandes almacenes de carbono orgánico e inorgánico. El carbono edáfico puede ser determinado efectivamente usando muestras compuestas que representan múltiples parcelas. Esto ayuda a reducir los costos y provee estimados razonables (MacDiken 1997).

No hay un acuerdo internacional sobre el método de monitorear cambios en carbono del suelo. La acumulación en el suelo es función de la densidad aparente, la cual está en función de otros parámetros, tales como las tasas de deposición, descomposición y traslocación. El cambio en el carbono orgánico del suelo necesita ser medido a lo largo del sitio del proyecto, a una profundidad de 30 cm, ya que el cambio de uso del suelo tiene el mayor efecto en las capas superiores (IPCC 1996).

El almacenamiento de carbono orgánico en suelos depende de dos variables importantes: 1) proporción de carbono orgánico en suelo, con base gravimétrica y 2) densidad aparente.

1. Proporción de carbono orgánico en los suelos. Los suelos pueden contener dos tipos de carbono: orgánico e inorgánico (carbonatos). Todos los suelos agrícolas contienen algún carbono orgánico, pero no todos los suelos contienen carbono inorgánico. Muchos laboratorios usan rutinariamente el método de Walkley-Black para determinar carbono orgánico del suelo; aunque este método tiene algunas limitaciones, es altamente recomendado cuando el contenido de carbono total no es requerido (MacDiken 1997).

2. Densidad aparente. La densidad aparente de los suelos es básicamente el peso por unidad de suelo, se considera que su variabilidad espacial es baja. Esta propiedad física de los suelos es de gran utilidad ya que permite conocer el peso de cierto volumen (área) de suelo. La determinación de la densidad aparente es sencilla, dentro de los métodos más comunes de tiene el del terrón de suelo parafinado y el método del cilindro.

El método del cilindro consiste en introducir un cilindro metálico a cada una de las profundidades que deseamos analizar, extraerlo y secar la muestra de suelo en horno (100oC por 72 horas), luego de retirar completamente la humedad de la muestra de suelo, se pesa y se divide entre el volumen de suelo (volumen interno del cilindro).

Chequeo en campo

Esto es la verificación de las mediciones en el campo, e involucra remediación de un porcentaje de parcelas para asegurar datos de calidad conocida. En general, este chequeo debería remedir entre un 1 a 5% de todas las parcelas dentro de dos semanas después de la medición inicial (MacDiken 1997).

Informe de resultados

Para dar estimaciones un poco conservadoras, es importante reportar los resultados en términos de intervalos de confianza o estimados mínimos confiables, ambos con un nivel de probabilidad el 0,05 (MacDiken 1997).

BIBLIOGRAFIA

- Andrade, HJ. 1999. Dinámica productiva de sistemas silvopastoriles con *Acacia mangium* y *Eucalyptus deglupta* en el trópico húmedo. Tesis Mag. Sc. Turrialba, Costa Rica, CATIE. 70 p.
- Araujo, TM; Higuchi, N; De Carvalho Junior, JA. 1999. Comparison of formulae for biomass content determination in a tropical rain forest site in the state of Pará, Brazil. *Forest Ecology and Management* 117: 43-52.
- Brown, S. 1997. Estimating biomass and biomass change of tropical forests. A primer. Roma, FAO. 55 p. (Estudio FAO Montes no. 134).
- Brown, S; Gillespie, AJR; Lugo, AE. 1989. Biomass estimation methods for tropical forests with applications to forest inventory data. *Forest Science* 35: 881-902.
- Brown, S; Lugo, AE. 1984. Biomass of tropical forests: A new estimate based on forest volumes. *Science* 223: 1290-1293.
- Ciesla, WM. 1996. Cambio Climático, bosques y ordenación forestal. Una visión de conjunto. Roma, FAO. 147 p. (Estudio FAO Montes no. 126).
- Dixon, RK. 1995. Agroforestry systems: Sources or sinks of greenhouse gases?. *Agroforestry Systems* 31: 99-116.
- Houghton, RA; Skole, DL; Lefkowitz, DS. 1991. Changes in landscape of Latin America between 1850 and 1985, 2: Net release of CO₂ to the atmosphere. *Forest ecology and Management* 38: 173-199.

- Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC). 1996. Report of the twelfth session of the intergovernmental panel on climate change. Reference manual and workbook of the IPCC 1996 revised guidelines for national greenhouse gas inventories. Mexico city, 11 – 13 september 1996.
- Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC). 2000. IPCC Special Report: Land Use, Land Use Change and Forestry.
- Kurz, WA; Beukema, SJ; Apps, MJ. 1996. Estimation of root biomass and dynamics for the carbon budget model of the canadian forest sector. *Canadian Journal of Forest Research* 26: 1973-1979.
- Lopez, A. 1998. Aporte de los sistemas silvopastoriles al secuestro de carbono en el suelo. Tesis Mag. Sc. Turrialba, Costa Rica, CATIE. 47 p.
- Macdiken, K. 1997a. A Guide to Monitoring Carbon Storage in Forestry and Agroforestry Projects. Arlington, VA, Winrock International. 87 p.
- Ortiz, ME. 1993. Técnicas para la estimación del crecimiento y rendimiento de árboles individuales y bosques. Cartago Costa Rica, Instituto Tecnológico de Costa Rica. 71 p. (Serie de Apoyo Académico No. 16).
- Powell, M; Delaney, M. 1998. Carbon sequestration and sustainable coffee in Guatemala. Final Report. Arlington, VA, Winrock International. 14 p.
- Schlönvoigt, A; Chesney, P; Schaller, M; van Canten, R. 2000. Estudios ecológicos de raíces en sistemas agroforestales: experiencias metodológicas en el CATIE. Turrialba, Costa Rica, CATIE. (Borrador).
- Segura, M. 1997. Almacenamiento y fijación de carbono en *Quercus costaricensis*, en un bosque de altura en la Cordillera de Talamanca, Costa Rica. Heredia, Costa Rica, Universidad Nacional. 147 p.
- Snowdon, P; Raison, J; Keith, H; Montagu, K; Bi, K; Ritson, P; Grierson, P; Adams, M; Burrows, W; Eamus, D. 2001. Protocol for sampling tree and stand biomass. Draft-March 2001. Australian Greenhouse Office. 114 p. (National carbon accounting system technical report No. 31).
- Soliz, BG. 1998. Valoración económica del almacenamiento y fijación de carbono en un bosque subhúmedo estacional de Santa Cruz, Bolivia. Tesis Mag. Sc. Turrialba, Costa Rica, CATIE. 113 p.
- Vine, E; Sathaye, J; Makundi, W. 1999. Guidelines for the monitoring, evaluation, reporting, verification, and certification of forestry projects for climate change mitigation.. Ernest Orlando Lawrence Berkeley National Laboratory. 125 p.

Almacenamiento de carbono por *Gliricidia sepium* en sistemas agroforestales de Yaracuy, Venezuela⁶

KARLA ARIAS SÁNCHEZ, CARLOS RUIZ-SILVERA, MANUEL MILLA, HÉCTOR FABIO MESSA Y AQUILES ESCOBAR

SUMMARY

Worldwide, agriculture contributes 25 to 30 % of the carbon emission. In Venezuela, the yearly carbon emission is 80 Pg; of which 0,001 Pg is produced by changes in the land use towards agriculture. Agroforestry systems permit the association of forest species, crops and/or animals. The benefits related with these systems, include productivity increase in the crops and animals, production of timber, firewood and other materials, and the storage and fixing of carbon. Research was done to determine C storage and fixation in *Gliricidia sepium* plants in two agroforestry systems, located in Yaracuy state, Venezuela. The biomass production and carbon storage were determined in two agroforestry systems of crops in rows (SAF) and silvopastoral systems (SSP). A prediction equation of the dry weight of *Gliricidia sepium* wood (DW), was obtained $DW = 0.433 * (\text{wood volume})$, $R^2 = 0.97$. The carbon storage in the SSP was quantified in 309 kg C/ha and the fixation rate of 124 kg C/ha/year. In the SAF, the *Gliricidia sepium* carbon storage was 653 kg C/ha and the fixation rate 327 kg C/ha/year. The presence of trees and shrubs in the agricultural systems contributes to increased productivity, reduced carbon emission, generation of firewood and other forest resources and can be attractive for financing programs for the benefit of small and medium scale farmers.

INTRODUCCION

El dióxido de carbono, principal gas causante del efecto invernadero, es emitido en su mayoría por el uso de combustibles fósiles y la deforestación. Se estima que, del incremento en las concentraciones atmosféricas de CO₂, que han ocurrido desde 1750 a 1984 (65 mg/kg), el 20-25% proviene de cambios

⁶ Este artículo fue publicado originalmente en Livestock Research for Rural Development (13) 5 2001. Su uso en la Conferencia Electrónica LEAD-PFI-ECONF-L, fue autorizado por los autores.

en el uso de la tierra hacia la actividad agropecuaria (WHRC 1998). En Venezuela, para 1990 se contabilizó una emisión de 80 Pg de C [1 Pg equivale a 109 Mg (109 Toneladas)]. Los cambios en el uso de la tierra hacia pastizales representaron una emisión de 0,001 Pg de C (MARNR 1992).

Los sistemas agroforestales constituyen formas de uso y manejo de los recursos naturales en las que se pueden asociar especies forestales, cultivos agrícolas y/o animales, en forma simultánea o en secuencia temporal, sobre un mismo terreno (Montagnini *et al.* 1992). Los beneficios que se asocian con estos sistemas son: aumento de la productividad vegetal y animal; reducción del uso intensivo de la tierra; diversificación en la producción de alimentos; obtención de productos como leña y madera; y reducción de la escorrentía del agua y la erosión de los suelos por efecto de la lluvia. Las pasturas pueden contribuir con el almacenamiento de carbono. Cuando los pastos actúan como fuente emisora, se atribuye este factor negativo a un manejo mal aplicado (Dixon 1995).

El almacenamiento de carbono en sistemas arbóreos se ha estimado en 2,8 Mg de C/ha/año en plantaciones para leña, 1,2 Mg de C/ha/año en bosques secundarios, 1,1 Mg de C/ha/año en árboles de sombra y de 0,1 Mg de C/ha/año en árboles establecidos en potreros (Kurstén y Burschel 1993). Se ha documentado que la asociación de pasturas con leguminosas forrajeras, mejora el almacenamiento de carbono en los suelos (Ibrahim 1994).

El almacenamiento de carbono es un servicio ambiental que valoriza la incorporación de especies arbóreas en sistemas agroforestales, y representa un atractivo para el financiamiento de proyectos de inversión en el ámbito regional y nacional (IPCC 1996), encontrándose varios casos de proyectos agroforestales bajo programas de financiamiento por segundos países.

Este trabajo fue realizado con el objetivo de cuantificar la contribución de *Gliricidia sepium* al almacenamiento de carbono en dos sistemas agroforestales, en el estado Yaracuy, Venezuela.

MATERIALES Y MÉTODOS

Localización y condiciones agroclimáticas de la zona en estudio.

La unidad de producción denominada Modelo Físico de Agricultura Tropical Sostenible, se localiza en el Campo Experimental de la Fundación para la Investigación Agrícola Danac, vía San Javier-Guarataro, Municipio San Felipe del estado Yaracuy, Venezuela. Ocupa una superficie de 16 ha, en una zona correspondiente al Bosque Seco Tropical (Holdridge 1987), con temperatura media mensual de 27° C, altitud de 100 msnm, precipitación media anual de 1296 mm y un período de lluvias definido entre los meses de mayo y noviembre. Los suelos predominantes corresponden a la clase III por su capacidad de uso, con limitaciones de profundidad efectiva, salinidad potencial y exceso de humedad en el suelo por períodos frecuentes o durante todo el año (Zambrano 1986). Se ha determinado la presencia de un estrato con carácter de fragipan, que incrementa los riesgos de erosión hídrica del suelo, recomendando su cobertura en forma continua durante el año (UCV-Danac 1999).

Características del sistema silvopastoril (SSP) y condiciones de manejo.

El sistema silvopastoril (SSP) con dos años y medio de establecimiento, ocupa una superficie de 10 ha, en una asociación de pasto estrella *Cynodon nlemfuensis*, mata ratón *Gliricidia sepium* (2.204 plantas/ha) y leucaena *Leucaena leucocephala* (330 plantas/ha), establecidas en hileras dobles distanciadas a 5 m. Los animales (mestizos de doble propósito) se manejan bajo pastoreo rotativo en unidades de 0,25 ha, delimitadas por cercas electrificadas, con un tiempo de ocupación de 2 días, 75 días de descanso y una carga animal [Una unidad animal (UA) equivale a un animal de 450 kg de peso vivo] promedio de 2,1 UA/ha (Ruiz-Silvera *et al.* 1999). A la salida de los animales de cada unidad de pastoreo, se efectúa el control de malezas en forma manual. La leguminosa arbustiva se mantiene a la altura de 1 m, mediante podas correctivas periódicas. La producción de forraje verde de *Gliricidia sepium* determinada para 1999 fue de 0,6 Mg de MS/ha/año en época seca y de 1,4 Mg de MS/ha/año en época de lluvias (Ruiz-Silvera *et al.* 1999).

Características del sistema de cultivos en callejones (SAF) y condiciones de manejo

El sistema de cultivos en callejones (SAF) con dos años de establecimiento, ocupa una superficie de 1,1 ha en un área de pendiente promedio del 12%, formada por una asociación de yuca *Manihot esculenta* con *Gliricidia sepium* (1980 pl.ha⁻¹). Las plantas de *Gliricidia sepium* se establecieron en hileras separadas por calles de 5 m y una distancia de 0,5 m entre plantas, en un sistema de bandas en contorno. En las calles se cultiva *M. esculenta* (1m x 1m) para la alimentación, mediante procesamiento, de un rebaño bovino de doble propósito. Las plantas de *Gliricidia sepium* se mantienen bajo corte del follaje cada cuatro meses, a una altura promedio de 1,5 m para su aprovechamiento como fuente de proteína, suministrándose en fresco o para la elaboración de suplementos alimenticios (silaje y bloques multinutricionales).

Determinación de la relación entre el volumen y peso seco de la madera de Gliricidia sepium.

Se seleccionaron 100 plantas al azar en cada sistema (50 en época seca y 50 en época de lluvias) para totalizar 200. De cada planta, desde el punto de corte o crecimiento hacia abajo, se tomó una sección de tallo de 20 cm. de longitud, de diámetro uniforme. El valor de diámetro de las secciones de tallo (en cm.) se determinó utilizando un vernier (marca Mitutoyo, modelo 505-645-50) con apreciación de 0,003 cm. Las muestras fueron sometidas a secado en una estufa de aire forzado (100 °C) en forma continua, hasta obtener peso seco, el cual se determinó con ayuda de una balanza electrónica (marca OHAUS, modelo CT 6000-S). Los valores de volumen y peso seco obtenidos, fueron sometidos a un análisis de regresión lineal por época e integrado, previa comprobación de los supuestos de normalidad e independencia de los datos (Shapiro 1965; Steel y Torrie 1998). Para el análisis de regresión, se estableció el cero (0) como el origen en la ordenada.

Tamaño de muestra y determinación de biomasa en la madera de Gliricidia sepium

Para determinar el tamaño de la muestra (n) a utilizar en la determinación de la producción de biomasa en la madera de plantas de *Gliricidia sepium*, se empleó el método de Muestras Finitas. Este

método es recomendado en aquellos casos en los que se conoce el número total de la población (Hernández *et al* 1991), basado en:

$$n = \frac{Z^2 * p * q * N}{e^2 * (N+1) + Z^2 * p * q}$$

donde:

Zt = valor tabulado en correspondencia con N

p = probabilidad de éxito de la muestra (n) – 0,50

q = probabilidad de fracaso de la muestra (n) – 0,50

e = error máximo permisible

N = tamaño de la población (Total de plantas de *Gliricidia sepium*)

n = tamaño de la muestra

Para los cálculos se fijó un error máximo permisible del 10 %. Una vez establecido el tamaño de muestra por sistema, en plantas seleccionadas al azar, se midió la longitud de todos los tallos de cada planta perteneciente a la muestra, desde la base hasta el punto de poda o crecimiento, empleando una cinta métrica. La longitud de la madera (Lm) por planta, se obtuvo mediante la sumatoria de las longitudes de los tallos medidos.

Se determinó el diámetro promedio de la madera (Dm) por planta, a partir de la medición con un vernier en tres tercios de la longitud (superior, medio e inferior) de un tallo representativo, por planta. El volumen de la madera (Vm) correspondió al producto obtenido de Lm por el área (Am) de la misma ($A_m = \pi/4 * (D_m)^2$)

Cuantificación del almacenamiento de carbono por *Gliricidia sepium*

Se determinó el C almacenado como el producto del valor de peso seco de la madera (obtenido por regresión lineal a partir del volumen) por el valor en proporción del C en la biomasa, estimada en 0,5 a partir de diversos trabajos (Brown y Lugo 1984; Marcos 1988; IPCC 1996; López 1998; Segura 1997; Soliz 1998; Andrade 1999; Kort y Turnock 1999). El almacenamiento de C por ha (carbono retenido en la biomasa) y la fijación por ha/año (crecimiento de biomasa convertido en carbono) se determinaron con base en la densidad y edad de los árboles en cada sistema.

Carbono orgánico del suelo en los sistemas agroforestales

Para la determinación del carbono orgánico del suelo (COS), se tomó como referencia la información obtenida de una caracterización inicial de los suelos de la unidad en dos estratos (0-5 y 5-10 cm.) de profundidad (UCV-Danac 1999). Se realizó una estimación de la fijación de COS en los primeros 10 cm. de suelo, por comparación de los resultados de la caracterización inicial con una segunda determinación realizada en el año 2000 (Nohants Rumbos 2000, datos sin publicar). El COS en kg/ha para el estrato correspondiente (10 cm.), se estableció en función del peso de suelo a dicha profundidad, considerando la siguiente ecuación $Pha = A \times P \times Da$;

donde:

Pha = peso de una hectárea

A = área de una hectárea (m²)

P = profundidad del suelo (m)

Da = densidad aparente del suelo (Mg/ cm³).

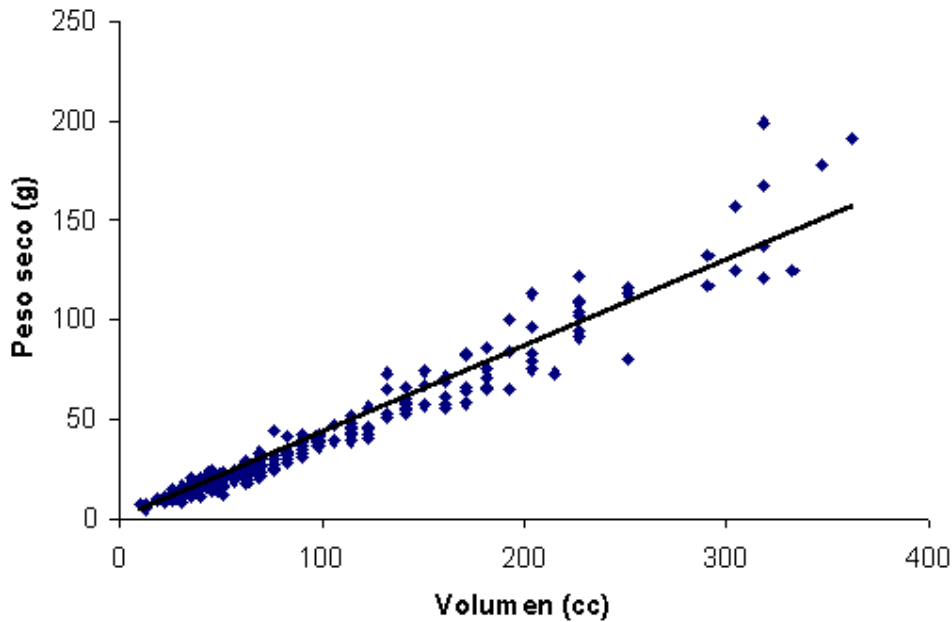
RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Relación entre el volumen y peso seco de la madera de Gliricidia sepium

En el análisis de regresión entre el peso seco y el volumen, se obtuvo una asociación lineal positiva. El valor del coeficiente de determinación (R^2) para la relación en época seca, y la época de lluvia fue similar. Los valores de pendiente entre épocas, mostraron menor magnitud para la época de lluvia. Este resultado se puede asociar con un mayor contenido de humedad en los tallos en la época lluviosa. En consecuencia, la combinación de muestreos en época seca y lluviosa, será más representativa de la relación entre los parámetros estimados. Se determinó significancia estadística para los coeficientes de las ecuaciones (Figura 1 y Cuadro 1). Se definió una ecuación integrada con ambas épocas con un $R^2=0,97$.

Cuadro 1. Ecuaciones de regresión para el volumen (VOL) y peso seco (PS) de la madera de Gliricidia Sepium, en Yaracuy, Venezuela.

Época de Muestreo	Ecuación de regresión	Coeficiente R^2	Grado de Significancia	
			Regresión	Pendiente
Sequía	PS = 0,462 * VOL	0,98	**	**
Lluvia	PS = 0,405 * VOL	0,97	**	**
Integral	PS = 0,433 * VOL	0,97	**	**

Figura 1. Relación entre el volumen (VOL) y el peso seco de la madera de *Gliricidia sepium* (SP)

De acuerdo con los resultados, cada 1.0 cm³ de volumen de madera de *Gliricidia sepium*, representó 0,433 g de peso seco, aproximándose a una densidad de 0,5 g/cm³. Estos resultados coinciden con los valores obtenidos por Ibrahim *et al.* (1999) para la densidad de la madera de *Gliricidia sepium*

Tamaño de muestra y producción de biomasa en la madera

El tamaño de la muestra fue de 66 plantas para el SAF, y 68 para el SSP, con una confiabilidad del 90 %. La cantidad de materia seca estimada en los tallos para cada sistema fue de 0,280 kg/planta y 0,617 Mg/ha para el SSP; mientras que para el SAF fue de 0,665 kg/planta y 1,317 Mg/ha. La cantidad de biomasa obtenida por planta para el SAF duplicó la obtenida en el SSP (Cuadro 2).

Cuadro 2. Tamaño de muestra y estimación de la biomasa de la madera en *Gliricidia sepium* en dos sistemas agroforestales, Yaracuy, Venezuela.

Sistema	Población total (N)	Muestra (n)*	Materia seca (MS)		
			kg/pl	Mg/ha	Mg/ha/año
SSP	22.131,0	68	0,280	0,617	0,25
SAF	2.199,0	66	0,665	1,317	0,66

* Determinado por el Método de muestras finitas

El potencial productivo de *Gliricidia sepium* está condicionado por un conjunto de factores que incluyen la densidad de siembra, la altura de la planta, el intervalo entre cortes y los factores ambientales (Razz 1994). Entre los sistemas estudiados, las principales diferencias se asocian con la

altura de las plantas y el proceso de ramoneo al cual se someten las plantas de *Gliricidia sepium* en el SSP. En Venezuela, los trabajos de investigación en *Gliricidia sepium*, han enfatizado en la relación entre la frecuencia de corte y la altura de las plantas bajo condiciones de bosque húmedo tropical (Chacón 1993), no contándose con referencias sobre los efectos del ramoneo sobre la producción de biomasa de este cultivo.

Almacenamiento de carbono por Gliricidia sepium y el suelo

El almacenamiento de carbono por *Gliricidia sepium* en el SAF se cuantificó en 653 kg/ha y la tasa de fijación en 327 kg C/ha/año; mientras que en el SSP el almacenamiento fue de 309 kg C/ha y la fijación de 124 kg C/ha/año (Cuadro 3). Este último valor de fijación de C coincide con lo indicado por Kursten y Burschel (1993) para árboles establecidos en potreros, quienes estiman la fijación en 0,1 Mg C/ha/año.

Cuadro 3. Valores de almacenamiento de carbono en dos sistemas agroforestales que incluyen *Gliricidia sepium*, Yaracuy, Venezuela, 2000.

Cultivos asociados	Edad de árboles (años)	Densidad pl/ha	Altura de corte, m	C almacenado en la		Tasa de fijación
				madera. kg/pl	Mg/ha	de C , Mg/ha/año
<i>Cynodon nlemfuensis</i>						
+ <i>Gliricidia sepium</i>	2,5	2.204,0	1,00	0,14	0,309	0,124
<i>Manihot esculenta</i>						
+ <i>Gliricidia sepium</i>	2,0	1.980,0	1,50	0,33	0,653	0,327

La capacidad de *Gliricidia sepium* para fijar carbono, está estrechamente relacionado con la producción de tallos leñosos. Aparentemente, el incremento en la altura de las plantas tiene un mayor efecto sobre la fijación de C que el aumento de la densidad de las plantas. Romero *et al.* (1996) obtuvieron una relación entre densidad y fijación de C de 2:1, mientras que entre la altura y la fijación de C fue de 1:1.

El COS almacenado en el SSP se estimó en 13,2 Mg C/ha como promedio para los 10 cm., y en el SAF fue 12,5 Mg C/ha (Cuadro 4). Se considera que en pasturas, el C acumulado en el suelo debe originarse a partir del carbono fijado por el pasto. A diferencia de los cultivos anuales de ciclo corto, los pastos tienen un ciclo continuo de iniciación, crecimiento y muerte de unidades individuales (rizomas o estolones en gramíneas y ramas en leguminosas) que generan materia orgánica (Fisher y Trujillo 2000).

Cuadro 4. Carbono orgánico en el suelo (COS) de dos sistemas agroforestales en Yaracuy, Venezuela.

Sistema	Profundidad del estrato, cm.	Densidad aparente, Mg/m ³	COS (1998), % Mg/ha	COS (2000), % Mg/ha	Fijación estimada, Mg C/ha/año
SSP	0-5	1,75	14,0	17,7	
	10-May	1,84	12,3	12,5	0,98
SAF	0-5	1,59	12,9		
	10-May	1,69	12,1		

Se ha evidenciado que el 75% del COS se localiza entre los 20 y 80 cm. de profundidad del suelo, lo cual es una ventaja si se considera que este C (debajo de la capa arable), es menos propenso a procesos de oxidación o pérdidas por prácticas de laboreo. Además, diversas experiencias han documentado que el contenido de COS en dicho estrato puede ser duplicado o triplicado con la inclusión de leguminosas en los pastizales.

La acumulación de COS en pasturas tropicales se estima en 48 Mg/ha, aunque otros trabajos estiman valores cinco veces superior. El alcance de estos niveles se asocia con el manejo del pastoreo, tipo de suelo, estado fisiológico del pasto y el contenido de nutrimentos (Fisher y Trujillo 2000). Considerando que el 75 % del COS se encuentra por debajo de los 20 cm. de suelo, y que los valores obtenidos para el SSP a los 10 cm. promediaron 13,2 Mg C/ha, la fracción potencial de C almacenado en el suelo podría estimarse en 106 Mg C/ha para 1 m de profundidad de suelo en 1998 (Cuadro 4).

Las determinaciones de COS realizadas en el SSP permiten estimar la fijación anual de C en 0,98 Mg COS/ha/año, en los primeros 10 cm. de suelo (Cuadro 4).

Aproximación al balance de carbono en el sistema silvopastoril

Una aproximación al balance de carbono en el SSP, podría considerar las emisiones a partir de las excretas de los animales en pastoreo y el metano producto de la fermentación ruminal, estimado en 35 kg/animal/año en condiciones tropicales (Leng 1993). La fijación estaría representada por las contribuciones de *Gliricidia sepium* y del suelo del pastizal (9,9 Mg C/ha/año).

La generación de metano se puede cuantificar en 0,2 Mg C.animal/año (1 unidad de metano=21 unidades de CO₂; y 1 unidad de C=3,67 unidades de CO₂ (Montenegro y Abarca 2000; EPA 2000), y una emisión anual de 0,42 Mg C/ha (21 animales en 10 ha).

La producción de excretas (orina + estiércol) por el rebaño bovino en pastoreo, representa un estimado de 40 Mg de MS de estiércol/año (Carlos Ruiz-Silvera 2000; Fundación Danac, datos sin publicar), los cuales se consideran en su totalidad materia orgánica (Martín y Palma 1999), y equivalen a 23,2 Mg de C, de los cuales 11,6 Mg C/año y 1,2 Mg C/ha/año son emitidos a la atmósfera (50% del C orgánico en condiciones aeróbicas se incorpora en la biomasa microbiana, Chará 1999). Sin considerar otros procesos para la estimación, el SSP tiende a un balance anual positivo, con un significativo aporte del recurso suelo a la fijación o secuestro de C en el sistema (Cuadro 5).

Cuadro 5. Balance aproximado del carbono en un sistema silvopastoril en Yaracuy, Venezuela.

Propiedad	Valor estimado , Mg C/ha/año
Emisión	
Excretas	1,20
Fermentación ruminal*	0,42
Fijación	
Gliricidia sepium	0,12
Suelo**	9,80

*C equivalente para 21 bovinos adultos que emiten 35 kg de etano/animal/año

**Estimado para 1 m de profundidad

En Venezuela se dedican 17 millones de ha a la producción de pastos y forrajes (Quevedo 1999). Extrapolando la información de fijación de carbono para esta superficie en sistemas silvopastoriles que incluyan especies forrajeras arbustivas, las estimaciones podrían representar una tasa de fijación anual de 0,002 Pg C/año, con potencial para contribuir con la compensación de las emisiones de C asignadas a los pastizales, como producto de la presencia de los animales.

Existen experiencias de la aplicación de Actividades de Implementación Conjunta (AIC) entre países industrializados y en vías de desarrollo, para reducir las emisiones de gases de efecto invernadero en la atmósfera, en cumplimiento del Convenio Marco de las Naciones Unidas sobre cambio climático. En Costa Rica, se cuenta con once proyectos de AIC, siete de los cuales corresponden a componentes forestales y agrícolas.

Los estudios realizados en países en vías de desarrollo, estiman el costo del secuestro de C a través de la agroforestería en \$US 5-20 por Mg de C (Brown *et al.* 1996). Considerando que el costo de fijación de C en zonas templadas es 20-25 % mayor que en zonas tropicales (Trexler y Haugen 1995), el financiamiento por parte de países industrializados, se convierte en la principal herramienta, en términos de costos, para reducir la emisión de gases de efecto invernadero a la atmósfera, a través del financiamiento de proyectos de inversión en la actividad agropecuaria.

CONCLUSIONES

Se obtuvo una asociación lineal entre el volumen (VOL) y el peso seco de la madera de *Gliricidia sepium* (PS), con una ecuación de regresión $PS = 0,433 \cdot VOL$; y un coeficiente de determinación (R^2) de 0,97.

En el sistema silvopastoril se cuantificó para *Gliricidia sepium* un almacenamiento de 309 kg C/ha y una tasa de fijación de 124 kg C/ha/año.

En el sistema de cultivos en callejones, el almacenamiento de carbono por *Gliricidia sepium* fue de 654 kg C/ha y la tasa de fijación de 327 kg C/ha/año.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Andrade, H. 1999 Dinámica productiva de sistemas silvopastoriles con *Acacia mangium* y *Eucaliptus deglupta* en el trópico húmedo. Tesis Mag. Sc. Turrialba, Costa Rica, CATIE. 70p.
- Brown, S; Lugo, A. 1984 Biomass of tropical forests: A new estimate based on forest volumes. *Science* 223:1290-1293.
- Brown, S; Sathaye, J; Cannel, M; Kauppi, P. 1996 Mitigation of carbon emissions to the atmosphere by forest management. *Commonwealth Forestry Review* No. 75 (1): 80-91.
- Chacon, C. 1993 Utilización de Mata Ratón (*Gliricidia sepium* (Jacq.) Walp) en la alimentación bovina. In IX Cursillo sobre Bovinos de Carne. Eds. D. Plasse; N. De Borsotti; J. Arango. Venezuela, UCV. 157-177p.
- Chará, J. 1999 El potencial de las excretas porcinas para uso múltiple y los sistemas de descontaminación productiva. CIPAV. [En línea]. Disponible en <http://www.cipav.org.co/confr/chara1.html>.
- Dixon R 1995 Agroforestry systems: Sources or sinks of greenhouse gases? *Agroforestry systems* 31: 99-116.
- EPA. (United States Environment Protection Agency) 2000 Global Warming Potentials. [En línea]. <http://www.epa.gov/globalwarming/emissions/national/gwp.html>.
- Fisher, M; Trujillo, W. 2000. Fijación de carbono por pastos tropicales en las sabanas de los suelos ácidos neotropicales. In Pomareda, C; Steinfeld, H. eds. Intensificación de la Ganadería en Centroamérica: Beneficios Económicos y Ambientales. San José, Costa Rica. CATIE/FAO/SIDE p, 115-135.
- Hérendez, R; Fernández, C; Baptista, P. 1991. Metodología de la Investigación. México, McGraw-Hill, p. 215-216.
- Holdridge, L 1987 Ecología basadas en zonas de vida. Traducción por H Jiménez Saa. San José, Costa Rica, IICA. 216 p. (Colección Libros y Materiales Educativos No. 83)
- Ibrahim, M. 1994 Compatibility, persistence and productivity of grass-legume mixture for sustainable animal production in the Atlantic Zone of Costa Rica. Ph.D. Thesis. Wageningen, Netherlands. Wageningen Agricultural University, 129 p.
- Ibrahim, M; Lopez, A; Schlönvöigt, A; Kleinn, C; Kanninen, M. 1999 Cuantificación del carbono almacenado en el suelo de un sistema silvopastoril en la zona Atlántica de Costa Rica. *Agroforestería de las Américas*. 6 (23) [En línea] http://www.catie.ac.cr/información/RAFA/rev23/nlopez_2htm
- Intergovernmental Panel On Climate Change (IPCC). 1996. Report of the Twelfth Session of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Reference Manual and Workbook of the IPCC 1996 revised guidelines for national greenhouse gas inventories. México, 11-13 September, 1996.
- Kort, J; Turnock, R. 1999. Carbon reservoir and biomass in Canadian prairie shelterbelts. *Agroforestry Systems*, 44 : 175-186.
- Kursten, E; Burschel, P. 1993 CO₂ mitigation by agroforestry. *Water, Air and Soil Pollution* 70: 533-544.
- Leng, R. 1993. Quantitative ruminant nutrition: A green science. [en línea]. Disponible en <http://www.ciesin.org/>
- López, A. 1998 Aporte de los sistemas silvopastoriles al secuestro de carbono en el suelo. Tesis Mag. Sc. Turrialba, Costa Rica, CATIE, 47 p.
- Marcos, F. 1988. El Carbón Vegetal, propiedades y obtención. Madrid, España. Mundi-Prensa, 116 p.
- Martín, C; Palma, J. 1999. Manual para fincas y ranchos ganaderos. Indicadores útiles para su manejo. Tablas Tropicales de Composición de Alimentos. Colima, México. Agrosystems, 120 p.

- Ministerio del Ambiente y de los Recursos Naturales Renovables (MARNR). 1992. Áreas Naturales Protegidas de Venezuela. Caracas, Venezuela. p 48. (Serie Aspectos Conceptuales y Metodologías).
- Montagnini, F. 1992. Sistemas Agroforestales. Principios y aplicaciones en los trópicos. San José, Costa Rica. OET, 622 p.
- Montenegro, J; Abarca, S 2000 Fijación de carbono, emisión de metano y de óxido nitroso en sistemas de producción bovina de Costa Rica. In In Pomareda, C; Steinfeld, H. eds. Intensificación de la Ganadería en Centroamérica: Beneficios Económicos y Ambientales. San José, Costa Rica. CATIE/FAO/SIDE, p. 151-173.
- Quevedo, R. 1999. Venezuela: Un perfil General; La tenencia de la tierra y puntos álgidos de su mercado. Revista Agroalimentaria No 6: 57-66.
- Razz, R. 1994. Prácticas agronómicas en leguminosas forrajeras arbóreas. In IV Curso: Producción e Investigación en Pastos Tropicales. Maracaibo, Venezuela, Universidad del Zulia, Facultad de Agronomía y Sociedad Venezolana de Pastizales y Forrajes. p 12-32.
- Romero, E; Escobar, A; Combellas, J. 1996. Efecto de la densidad de siembra y la altura de corte sobre la producción de follaje, madera, composición química y fijación de CO₂ de *Gliricidia sepium*. Revista Investigación Agrícola Danac. [En línea] Disponible en <http://www.redpav-fpolar.info.ve/danac/volumen1/art4/index.html>
- Ruiz-Silvera, C; Messa, H; Piñero, G; Guerra, A; Ceiba, J; Escobar, A. 1999. Experiencias de manejo de bovinos de doble propósito en un Modelo Físico de Agricultura Tropical Sostenible. In Congreso Latinoamericano sobre Agroforestería para la Producción Animal Sostenible (1.,25-27 oct, Cali, Colombia). Memorias. Cali, Colombia, Fundación CIPAV (CD)
- Segura, M. 1997. Almacenamiento y fijación de carbono en *Quercus costarricensis*, en un bosque de altura en la Cordillera de Talamanca, Costa Rica. Tesis Lic. Heredia, Costa Rica, UNA. 147 p.
- Shapiro, SS; Wilk, MB. 1965. An analysis of variance test for normality (complete samples). *Biometrika* 52: 591-611.
- Soliz, B. 1998. Valoración económica del almacenamiento y fijación de carbono en bosque subhúmedo estacional de Santa Cruz, Bolivia. Tesis Mag.Sc. Turrialba, Costa Rica, CATIE, 113 p.
- Steel, R; Torrie, J. 1998. Bioestadística: Principios y Procedimientos. México, Mc Graw-Hill. 622 p.
- Trexler, MC; Haugen, C. 1995. Keeping it green: Evaluation tropical forestry strategies to mitigate global warming. Washington, D.C., World Resources Institute.
- Universidad Central de Venezuela - Instituto de Edafología-Facultad de Agronomía - Fundación para la Investigación Agrícola (Danac). 1999 Proyecto Caracterización de suelos para el establecimiento de una línea base de información según el tipo de utilización de la tierra y colección de suelos representativos (macromonolitos) en la Fundación para la Investigación Agrícola Danac. Informe. 75 p.
- Woods Hole Research Center (WHRC) 1998. Global carbon cycle. [En línea] Disponible en <http://www.whrc.org/carbon/carbon.html>
- Zambrano, C. 1986. Estudio agroecológico a nivel semidetallado en 346,9 ha ubicadas en la Hacienda El Naranjal. Municipio San Felipe, Estado Yaracuy, Venezuela. Informe. 165 p.

Comentarios

ALBERT SCHRAM (COSTA RICA)

Quisiera hacer un breve comentario sobre "servicios ambientales". En la teoría económica usualmente llamamos a estos servicios, externalidades positivas. En mi opinión, no es tan cierto que el balance de externalidades ambientales positivas y negativas sea positivo en una operación ganadera. La razón es que los rumiantes emiten metano como parte de su proceso digestivo, y este gas tiene un efecto invernadero 56 veces más que el dióxido de carbono.

Seria importante establecer este balance como "base line" para luego poder certificar las mejoras.

LUIS A. GIRALDO (COLOMBIA)

Hernán Andrade, pone como metodologías la propuesta de Winrock (MacDiken 1997), que no obstante a mi parecer tiene limitaciones para SSP, puesto que no se considera un componente muy importante (LOS ANIMALES). Sin embargo creo que Winrock puede seguir siendo nuestro referente, con los ajustes respectivos para SSP en uso con animales.

Debe estar claro que primero es el inventario de carbono y posteriormente, se continua con el monitoreo. Sólo así, podemos ver los cambios en carbono y es los que le interesa a los compradores del servicio por captura de carbono. Que pasa anualmente? para poder pagar por tonelada capturada. En cuanto a los pool, debe considerarse los factores de los modifican y el mas perturbador es el animal (por efectos de pisoteo y heces afecta al pool de carbono del suelo), especialmente cuando el sistema es intensivo en manejo (en nuestro caso lechería especializada de altura, carga 4 vacas/ha (de 550 Kg de PV) y fertilizaciones de 600 kg/ha de nitrógeno), con altas presiones de pastoreo, las heces y el efecto de la compactación es muy relevante. En este caso el monitoreo debe considerar estos elementos y seguramente otros, para conocer a ciencia cierta las existencias ante ciertos manejos del sistema. En cambio en zonas de clima cálido (bajura), este factor no es de mucho peso (poca carga, no fertilización y baja presión de pastoreo).

Por otro lado, la propuesta de estimación de la biomasa de la pastura con la técnica del BOTANAL, si bien es un procedimiento probado y útil en condiciones tropicales, puede tener limitaciones en parcelas o potreros grandes (nuestro caso dos y tres hectáreas en SSP), hemos probado el Grass-master, efectuando las calibraciones respectivas para cada especie, lo que nos permite estimar la biomasa sin cortar forraje con una correlación con el botanal de 0.95. Esto ahorra esfuerzo y costos grandemente.

Adicionalmente, la recomendación de medir anualmente, no es lo mejor para condiciones del trópico, puesto que los árboles crecen durante todo el año, lo que amerita mediciones más frecuentes, en aras de buscar más precisión.

Por último, Winrock, estipula una exactitud en la medición del diámetro de los árboles de 1 mm, cuando se usa cinta. Pero si usamos instrumentos más precisos la exactitud en la medición del diámetro se reduce a 0.01- 0.02 mm (cuando usamos microdendrómetros, en nuestro caso). Esta diferencia en precisión (en el pool de árboles esto tiene mucho peso y permite una mayor frecuencia en las mediciones), es lo que le importa al comprador del servicio y es la base para negociar la venta de la captura de carbono, puesto que el comprador mediante monitoreos debe asegurarse de las toneladas de carbono capturadas que debe pagar y nosotros vender. Es simple y llanamente un mercado (oferta y demanda) y además es una garantía de quien y con qué precisión vende el producto.

VESALIO MORA (COSTA RICA)

Quisiera compartir algunos resultados de mi investigación sobre Balance de GEI en SSP de lecherías de altura en Costa Rica.

En condiciones de manejo de alta carga animal y fuertes niveles de fertilización de las lecherías, se hace importante la realización de un balance que nos permita considerar la efectividad de los sistemas ganaderos en los Servicios Ambientales.

La emisión de CH₄ por parte de los animales es del orden de los 552 g para vacas lactantes y 306 g para vacas secas, ambos por día, esta emisión incluye rumia y excretas de los animales. Lo que nos arroja un total de 3.5 tC /ha/año. La eficiencia de emisión es de 20 gramos de CH₄ por litro de leche producido (4,600 l. de leche por lactancia). La emisión de N₂O (fertilizante y excretas) es de 0.29 tC/ha/año.

Si bien es cierto, los animales emiten una importante cantidad de gases, no es menos importante la eficiencia de los SSP en el secuestro de carbono atmosférico, porque a pesar de los mencionados efectos negativos de la ganadería en tierras altas, el balance siempre es positivo, siendo del orden de 26 tC ha/año. Este valor de 26 tC es una tasa de fijación neta, una vez que se les ha restado a los sumideros las fuentes de emisión.

Ahora sí pareciera que debemos considerar las fincas ganaderas como beneficiarias del pago por servicios ambientales, debido al secuestro real de carbono que están realizando.

JONNHY MONTENEGRO (COSTA RICA)

Me parece que la apreciación de Albert Schram es correcta cuando menciona que es difícil que las externalidades ambientales sean positivas en sistemas productivos que involucre bovinos, si se considera el balance neto de gases.

Al respecto mi experiencia en ese sentido me permite manifestar que será difícil en un SSP semi-intensivo o intensivo obtener balances positivos. De acuerdo con información basada en

mediciones de campo y que hemos generado en Costa Rica, al evaluar SSP en tres estratos altitudinales, el metano es el factor que afecta en mayor grado el balance. En este sentido existen al menos dos aspectos que se deben resaltar. El primero de ellos es que se debe evaluar la eficiencia productiva en estos sistemas pero desde una perspectiva ambiental, es decir obteniendo factores de emisión, los cuales además de servir como comparadores (entre SSP y con otros sistemas productivos) son un punto de referencia susceptible de mejorar. El segundo aspecto que voy a mencionar es que al obtener información completa del sistema (captura de carbono, emisión de metano y óxido nitroso) se pueden realizar balances ambientales en el sistema productivo.

De acuerdo con el resultado se diseñarían las acciones a desarrollar para mejorar el resultado obtenido y así producir con menos contaminación ambiental. Ello nos lleva entonces a la no-emisión, lo cual cuando se trata de Calentamiento Global es muy importante, ya que si bien la captura de carbono es buena, también lo es el dejar de emitir gases que producen el mismo efecto, especialmente si se trata de CH_4 y N_2O , que tienen factores de comparación altos con respecto al carbono, y por ende mayor efecto en el calentamiento global.

El en pasado Simposio Internacional de Sistemas Silvopastoriles, celebrado en San José de Costa Rica durante el mes de abril, presentamos un trabajo titulado "Balance de emisiones de gases con efecto invernadero en SSP ubicados en tres zonas de vida de Costa Rica", el cual gustosamente puedo enviar a quienes estén interesados.

La necesidad de generar información relacionada con esta temática es grande y por lo tanto es importante el poder compartir la misma para mejorar el conocimiento de la dinámica de la emisión y captura de gases con efecto invernadero en el sector agropecuario. Por ello pongo también a disposición de los interesados información de emisión y captura de gases con efecto invernadero que hemos generado en Costa Rica como parte de un diagnóstico que se realizó a nivel nacional y que además de cultivos, se incluyeron los pastos estrella africana, jaragua, kikuyo y ratana. Toda esta información está incluida en una reciente publicación.

MUHAMMAD IBRAHIM (COSTA RICA)

El comentario que hizo Alfonso Giraldo al respecto de monitoreo de carbono es muy válido tomando en cuenta que el C está ciclando por diferentes rutas: animales, árbol y pastos (otros herbívoros). Creo que el monitoreo de Carbono propuesto por Andrade e Ibrahim está más enfocado a un monitoreo de fuentes más estables debido a que los donantes están más dispuestos a pagar C secuestrado en sitios donde el C es más estable. Hay buenos ejemplos donde se está pagando C secuestrado en madera y se están explorando posibilidades para incentivar el secuestro de Carbono en el suelo. Todavía hay muchas lagunas sobre la estabilidad de C en el suelo y como indicó el Dr. Pezo, hay tener experimentos de largo plazo.

En el futuro alguien tendrá que pagar los costos de monitoreo de Carbono y a escala comercial hay que buscar una metodología de bajo costo. No creo que una metodología así incluya las fuentes

menos estables, como heces de los animales y hojarasca etc. Si se analizan todas estas fracciones de Carbono el monitoreo podría costar mas de US30/ha, mientras solo se paga al productor de 5 a 10US\$/ha.

JORGE NAVIA (COLOMBIA)

Dos comentarios:

I. En relación a lo planteado inicialmente por el Dr. Ibrahim y Jairo Mora, no observé claramente el diseño de arreglos silvopastoriles para el ordenamiento de cuencas, especialmente en el trópico de altura, altitudes mayores a 2000 msnm, donde esta la reserva de agua (con especies arbustivas y el frailegon) y de acuerdo a estudios realizados en el protocolo de Kioto en la zonas de páramo la captura de carbono es mayor de 3 a 4 veces que en los climas cálidos secos.

A los agricultores en Colombia no se les ha comentado de los incentivos de captura de Carbono, donde deben ser políticas del ministerio del medio ambiente y como dice el Dr. Juan Manuel Pérez estos arreglos nacieron huérfanos de un doliente que financie la agroforestería en todos sus componentes: Investigación, extensión y capacitación, acompañada de políticas del estado de subsidios e incentivos ya que si introducimos el componente arbóreo en los sistemas productivos desde el páramo hasta el océano eso mejoraría la calidad, cantidad y disponibilidad del agua, además del suelo.

Pienso que es importante direccionar estudios agrosilvopastoriles hacia la captura, secuestro o almacenamiento de carbono en las zonas de altura pero no se si sirven los mismos protocolos que para climas cálidos secos ya que en esas zonas el crecimiento de los árboles y su biomasa es más rápido.

II. En relación al protocolo metodológico planteado por el Dr. Ibrahim y Andrade, me pareció muy interesante por que nos aporta una metodología muy sencilla y clara para analizar el carbono capturado como es en el suelo y la biomasa, pero tengo varias preguntas para el análisis en el trópico de altura y de conceptualización:

1. Cuales son las diferencias de concepto entre captura, secuestro y almacenamiento de carbono
2. Si hay diferencias la metodología del conocimiento de carbono es la misma para cada caso, o, en cada situación se toma el suelo, la biomasa del follaje o el fuste o cuales serían los cambios.
3. En relación con los modelos alométricos el cambio de altitud no tiene que ver para su ajuste, ya que la variable principal es la precipitación.
4. Será que en el trópico de altura toca hacer lo que se plantea en las tablas de biomasa específica para las especies que vamos a plantear en los diseños silvopastoriles.
5. Que posibilidad hay de utilizar ese factor de expansión para el trópico de altura de 1.7 a 2.5 según Solis.
6. Con relación al muestreo de suelos es la misma profundidad en el trópico de altura en zonas de clima frío y de páramo donde la mineralización del N es menor, donde la profundidad

efectiva es de 80 a 120 cm. por las cenizas volcánicas, además, la actividad biológica es menor y la dinámica de la materia orgánica es menor.

Gracias a los moderadores por esta oportunidad y en la Universidad de Nariño estamos abiertos a la discusión.

JAIRO MORA-DELGADO (COLOMBIA)

Agradeciendo los comentarios de Jorge Navia quiero realizar algunas precisiones. Si bien en el documento elaborado por Ibrahim y Mora, no se hace referencia a la importancia de los SSP en tierras de altura, indudablemente sobre los 2000 msnm, existen recursos animales, especies leñosas y pasturas con gran potencial para el diseño e implementación de sistemas silvopastoriles, los cuales a la vez que proporcionen alimentos (leche y carne) también den productos como madera, resinas, ceras, alimentos para animales, y propician la generación de servicios ambientales. Posiblemente lo que falta es fortalecer la investigación en estos ambientes. No obstante, los campesinos de los altiplanos colombianos tienen amplia experiencia sobre la integración de especies leñosas en los sistemas pecuarios. Por observaciones personales conozco el uso de *Myrica pubescens* (Su rango de adaptación está entre los 1.600 y 3.200) en potreros destinados al pastoreo de vacas lecheras. El laurel de cera es una especie que sirve para proteger taludes en las riveras de ríos y quebradas, además tiene capacidad fijadora de nitrógeno y, de sus frutos, se obtiene cera que es empleada en el proceso de fabricación de panela y otras agroindustrias de pequeña escala. En el sur de Colombia (Nariño) es común encontrar cercas vivas con eucaliptos de donde los productores aprovechan la madera para construcciones rurales, posteadura y para cercas vivas. También se tiene información del uso de *Alnus acuminata*, al igual que el uso de otras especies arbustivas (*Rubus sp*) en división de potreros y linderos, los cuales se convierten en verdaderos hábitat y pasaderas de avifauna. En Costa Rica el uso del *Alnus acuminata* en potreros de ganaderías de leche, ha demostrado mejorar la productividad.

Considero que para profundizar el conocimiento de la diversidad florística y su uso en SSP en ecosistemas de altura es necesario:

1. Fortalecer la Investigación sobre los usos locales que los campesinos dan a diferentes especies leñosas en sus parcelas.
2. Identificar las que tienen potencial silvopastoril.
3. Identificar el manejo local de estas especies.
4. Profundizar la investigación en las especies que tengan potencial de uso en sistemas silvopastoriles.
5. Evaluar la capacidad de estas especies como sumideros de Carbono, como hábitat para diversidad faunística y como protectores de cuencas.

Gracias.

HERNAN J. ANDRADE (COLOMBIA)

Cinco precisiones:

1. En el lenguaje de proyectos de mecanismos de desarrollo limpio (MDL) existen diversos términos: a) almacenamiento de carbono: capacidad que tiene un sistema para almacenar, retener o conservar carbono (*e.g.* carbono en biomasa forestal de América Latina en t C; b) contenido de carbono: cantidad de carbono de un reservorio en un momento dado (*e.g.* Carbono actual en un sistema silvopastoril específico en t C ha⁻¹); flujo de carbono: transferencia de carbono entre reservorios (*e.g.* carbono que pasa de la atmósfera a un bosque primario en t C ha⁻¹ año⁻¹); secuestro de carbono: proceso por el cual se aumenta el contenido de carbono en un reservorio, excepto la atmósfera (*e.g.* secuestro de carbono por un manglar o por un sistema agroforestal, t C ha⁻¹ año⁻¹). El término fijación de carbono es similar a secuestro.
2. La metodología que presentamos en esta conferencia es genérica, pudiéndose aplicar a muchos tipos de sistemas. Para precisar que tipo de componente se debería medir (biomasa, suelo, etc.) es necesario hacer un balance entre los costos y beneficios de este monitoreo. Otro punto importante es que algunos proyectos podrían considerar sólo el carbono fijado en biomasa arriba del suelo y entonces es necesario centrar los esfuerzos en esta dirección.
3. Los modelos alométricos son una herramienta bastante útil cuando son empleados con precaución y teniendo en cuenta sus limitaciones. En lo posible deben hacerse modelos alométricos para cada especie o grupo de especies y para cada tipo de condiciones biofísicas y de competencia. En el caso del trópico de altura, específicamente en Nariño (Colombia), se deberían desarrollar modelos para las especies más importantes en sistemas silvopastoriles (*e.g.* *Alnus acuminata*, coníferas, etc.). En caso de no poder construir los modelos, se podría aplicar ecuaciones desarrolladas en otras condiciones, lo importante es que deben validarse estos modelos para que sean una buena herramienta en la predicción de biomasa de árboles en pie. Necesariamente la construcción o validación de ecuaciones de biomasa deben realizarse mediante muestreo destructivo de individuos representativos de una población.
4. El factor de expansión de biomasa (FEB) es otra herramienta útil, aunque menos precisa que los modelos. De igual forma, debe validarse para las condiciones específicas de cada localidad.
5. En la determinación de la fijación de carbono en suelos, lo primero es definir la exactitud con que se quiere medir ese reservorio (pool). Otro aspecto es considerar la profundidad de exploración de las raíces, en las condiciones de Nariño sería conveniente hacer mediciones a mayores profundidades, ya que estos suelos (posiblemente) no tienen fuertes limitantes

que impidan el desarrollo profundo de raíces. La frecuencia de las mediciones podría ser menor que en zonas calientes, debido a que los procesos son más lentos.

Tercera Sección: Relaciones Socioeconómicas

INTRODUCCION A LA SECCION

Luego de comprender los aspectos físico biológicos de los procesos en ausencia del hombre, es necesario entender como su presencia es capaz de modificar estos procesos en forma positiva o negativa. Este es un tema central por cuanto el manejo es fundamental en cualquier estrategia que permita una gestión ambiental satisfactoria en los sistemas de producción ganadera.

Ofertar servicios ambientales en bosques, parques nacionales y áreas protegidas tiene la gran ventaja administrativa que solo hay que monitorear el desarrollo de la naturaleza. Hacer esto en sistemas silvo-pastoriles, exige un entendimiento claro de las relaciones plantas-animales- hombre. Esto a su vez es influenciado por costumbres de las personas y precios de los bienes y servicios. Relacionado a esto surge el tema de la viabilidad de poder ofrecer servicios ambientales desde pequeñas unidades de producción y en zonas pobres y degradadas. La pregunta es si debe en este caso ofrecerse un incentivo económico por el servicio ofrecido, o si debe ofrecerse un subsidio para que esos productores puedan vivir sin acabar de agotar los ya magros recursos que poseen?

La sección incluye tres artículos. El primero (Kaimowitz y Angelsen) se pregunta si la intensificación de los sistemas de producción ganaderos ayudarían a salvar el bosque tropical Latinoamericano. Cuando ellos hablan de intensificación a través de cambio tecnológico, se refieren a la introducción de pasturas mejoradas - gramíneas y/o leguminosas - en los sistemas de producción basados en ganadería.

Los autores utilizan teoría económica para predecir bajo que circunstancias este cambio tecnológico pondría más o menos presión sobre los bosques tropicales. En sus análisis relacionan cambios tecnológicos en los sistemas de producción con cambios en el precio de la carne (análisis agregado de oferta y demanda) y su efecto encadenado sobre la expansión/contracción de las áreas de pasto. Así mismo, cuestionan si los cambios tecnológicos requerirían más capital, mano de obra o mejores destrezas de manejo y cual sería su efecto en aquellos productores con limitaciones de acceso a ellos. Posteriormente intentan corroborar las hipótesis derivadas del análisis teórico con base en los resultados de varios estudios provenientes de la Amazonía Brasileña-Peruana y Centro América (mayor énfasis en Costa Rica).

Una crítica a este artículo es que trata árboles y pasturas como actividades excluyentes y no potencialmente complementarias, como es el caso de sistemas silvo- pastoriles y por lo tanto no analiza posibles incentivos en esta línea y su efecto en los bosques. Después de revisar la evidencia empírica Kaimowitz y Angelsen concluyen que dentro de varios escenarios plausibles, la intensificación tecnológica de los sistemas ganaderos pondría más presión sobre los bosques tropicales. Así mismo, afirman que si los finqueros adoptan sistemas silvo-pastoriles y otras prácticas de manejo más intensivas en el uso de mano de obra, podrían detener la expansión de las áreas de pasto, pero solo en el corto plazo.

Desafortunadamente en la mayoría de los casos los productores no estarían dispuestos a adoptar tales prácticas hasta que la tierra disponible con cobertura arbórea sea muy escasa, es decir hasta que no haya posibilidad de expansión de las áreas de producción.

El segundo artículo (Ferraro y Simpson) aborda el tema de la evaluación costo-efectiva de los métodos actuales de pago por conservación de la biodiversidad. Su artículo descansa en la misma premisa económica, es decir, los productores solo conservarían - protegiendo el hábitat - si con esta decisión ellos logran generar más beneficios (o reducir sus costos); de otra manera van a alterar los hábitat en detrimento de la biodiversidad. Explícitamente queda claro que incentivos favoreciendo una u otra escogencia son relevantes en el proceso de toma de una decisión. Clasifican y comparan las opciones políticas (incentivos) para la conservación del hábitat natural en Opciones de Pago Directas (pago directo por conservación) y Opciones de Pago Indirectas (subsidios a actividades que favorecen la conservación). Concluyen en esta sección que las opciones de pago directas no solo son menos costosas si no que también son más eficientes en conseguir objetivos específicos de conservación. Así mismo consideran otros aspectos que limitarían la implementación de pagos indirectos como: 1. No hay garantía que subsidios motivarían a los productores a una mayor conservación; 2) Actividades consideradas ambientalmente amigables (eco- turismo por ejemplo) pueden tener efectos perjudiciales no intencionados sobre el ambiente; 3) Proyectos de conservación y desarrollo no necesariamente alcanzan metas de desarrollo económico, aspecto crítico en aquellas naciones pobres. Se preguntan entonces que funciona en la práctica? Ambos tipos de programas han sido implementados; sin embargo, la limitación más importante al establecer pagos directos o indirectos es la carencia en muchos países de instituciones que establezcan y defiendan los derechos de propiedad. Argumentan que la opción de pago directo funciona al menos tan bien como las opciones indirectas. El artículo cierra con una mirada a las finanzas de conservación y a las negociaciones riesgosas en que conservacionistas y donantes han efectuado y valora su validez.

El tercer artículo de Carlos Pomareda se concentra en el análisis de la capitalización e ingresos generados en fincas ganaderas a través de una gestión ambiental positiva. El análisis realizado ofrece resultados en cuanto a la cantidad de carbono secuestrado en las partes aéreas de los pastos y en las raíces de los pastos y el suelo, ante diferentes precios relativos que inducen distintos tipos de manejo, incluyendo la fertilización con Nitrógeno. El autor explica la mayor complejidad del monitoreo del

secuestro de Carbono en fincas ganaderas que en bosques y cuestiona si se debe pagar por el servicio de secuestro de Carbono, si el ganadero recibe los beneficios por medio de mayores ingresos y la capitalización de la finca.

MARIO PIEDRA

¿Ayudará La Intensificación De La Ganadería A Salvar Los Bosques Tropicales De América Latina?⁷

DAVID KAIMOWITZ Y ARILD ANGELSEN⁸

SUMMARY

Each year tropical Latin America loses around five million hectares of natural forest. The great majority of that ends up as pasture. The importance of pasture expansion is the main characteristic that differentiates deforestation patterns in tropical Latin American from those in other regions. Livestock researchers in Latin America have long argued that technological changes that improve the productivity of cattle raising will reduce pressure on forests. Nevertheless, they have generally failed to explain how this will happen or to provide evidence that it has. This article combines economic theory and empirical analysis to examine under what conditions technological change in livestock production in Latin America will reduce pressure on forests and under what circumstances it will have the opposite effect. The authors analyze different case studies to support their hypothesis. They concludes that in many contexts making cattle production more productive will put more pressure on forests, not less. Technological innovations, such as silvopastoral techniques, that are more labor or capital intensive per hectare than existing technologies may reduce the conversion of forest to pasture at least in the short-run. In the long run, if new technologies make livestock production more profitable, this will probably attract additional capital and labor into the sector.

INTRODUCCIÓN

Cada año América Latina tropical pierde alrededor de cinco millones de hectáreas de bosque natural (FAO 2001). La gran mayoría de esas tierras son destinadas a pasturas. Según el censo agrícola de Brasil de 1995-96, los pastos cubren más de tres-cuartos de la tierra utilizada para propósitos agrícolas en la Amazonía Brasileña, comparada con solamente 10% para cultivos (Chomitz y Thomas 2000: 8).

⁷ La versión original de este documento fue escrita en inglés. El documento fue traducido del inglés al español por Hannia Fernández, CATIE, Octubre del 2001.

⁸ Agradecemos a Ruerd Ruben y Doug White por sus constructivos comentarios al borrador de este documento.

En Ecuador, el área dedicada para pastar supera cerca de 3.8 millones de hectáreas entre 1972/3 y 1988/9, mientras que el área de cultivos tropicales creció solamente 300,000 hectáreas (Wunder 2000:104). Centroamérica muestra un modelo similar (Kaimowitz 1997).

La importancia de la expansión de los pastos es la característica principal que diferencia los modelos de deforestación en Latino América tropical de aquellos en otras regiones (Rudel *et al.* 2000). Se explica ampliamente por qué, “durante la primera mitad de los años noventa, los latinoamericanos deforestaron cinco veces más por habitante rural, que los Africanos y 40 veces más que los Asiáticos” (Bilsborrow y Carr 2001: 44).

La mayoría de los finqueros en regiones fronterizas agrícolas de América Latina hacen uso extensivo de la tierra. En promedio, mantienen sólo alrededor de una cabeza de ganado por hectárea. Los que practican sistemas tradicionales de ganadería frecuentemente experimentan un marcado descenso en la productividad de los pastos después de cinco, diez, o quince años. Esto, a menudo los lleva a abandonar grandes áreas de pastos y les permite volver a barbechos.

Los investigadores sobre ganadería en América Latina, durante mucho tiempo, han argumentado que los cambios tecnológicos que mejoran la productividad en la crianza del ganado, reducirán la presión sobre los bosques (Arima y Uhl 1997; Mattos y Uhl 1994; Serrao y Toledo 1992 & 1993). No obstante, ellos generalmente, han fallado al explicar cómo sucederá esto o no han proporcionado ninguna evidencia de lo que haya sucedido.

Este documento combina la teoría económica y el análisis empírico para examinar, bajo qué condiciones, el cambio tecnológico en la producción ganadera en América Latina reducirá la presión sobre los bosques y, bajo qué circunstancias, tendrá el efecto opuesto. Esto concluye que, en muchos contextos, al hacer la producción ganadera más productiva, se ejercerá más presión sobre los bosques, no menos; si los finqueros adoptan los sistemas silvo-pastoriles y otras prácticas más intensivas en mano de obra que puedan refrenar la expansión de pastos, por lo menos en el corto plazo. Desdichadamente, en la mayoría de los casos, los finqueros no están dispuestos a adoptar tales prácticas hasta que la tierra sea realmente escasa y la mayoría del bosque haya desaparecido.

La discusión que sigue se deduce fuertemente de cinco documentos presentados en un taller sobre “Cambio Tecnológico en la Agricultura y la Deforestación Tropical” (Technological Change in Agriculture and Tropical Deforestation) que se llevó a cabo en el Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE) en Turrialba, Costa Rica en marzo de 1999. El Centro Internacional para la Investigación de la Silvicultura (Center for International Forestry Research, CIFOR), patrocinó este taller. El lector puede encontrar versiones completas de estos documentos en Angelsen y Kaimowitz (2001). El documento también presenta material de un estudio realizado por David Kaimowitz (1997) sobre el ganado y la deforestación en Centroamérica y una investigación realizada por Rene Pocard Chapuis (1997) sobre la crianza del ganado en la Región de la Carretera Trans-amazónica en la Amazonía Brasileña.

El documento empieza con una revisión de la teoría económica sobre cómo el cambio tecnológico en la producción ganadera podría afectar la cobertura forestal. La Sección 3 presenta resultados de estudios que analizan los aspectos agregados de esta relación. La cuarta sección analiza estudios basados en el análisis en el ámbito de finca, este concluye en la sección 5.

El análisis presentado aquí supone ampliamente que, los pastos y el bosque son usos de la tierra separados y discrecionales. Los sistemas silvo-pastoriles hacen posible la producción simultánea de carne y productos lácteos, mientras que se retienen muchos productos y servicios del bosque. Este documento no está dirigido directamente a ese problema. Sin embargo, sí contempla bajo qué circunstancias los finqueros pueden adoptar sistemas silvo-pastoriles y cómo, adoptando tales sistemas pueden afectar la expansión de la pastura.

QUÉ NOS DICE LA TEORÍA ECONÓMICA

Muchos investigadores que demandan que las mejoras en la tecnología ganadera ejercerán presión sobre los bosques, simplemente asumen que si los finqueros pueden criar la misma cantidad de ganado en menos tierra, ellos no necesitarán convertir tanto bosque para pastar. De la misma manera, ellos automáticamente pasan, de la idea de que las tecnologías que reducen la degradación de los pastos les permitirán a los finqueros no abandonar sus pasturas, a la idea que una vez que los finqueros ya no tienen que abandonar sus pastos existentes, en consecuencia, ellos dejarán de talar más bosque para convertirlo en nuevos pastos.

Este razonamiento es basado en una identidad simple: resultado = rendimiento * área. Si el resultado es, que el rendimiento fijo más alto, conlleva a un área más pequeña, por definición. Una pregunta crítica, por lo tanto, es: si el resultado queda inalterado después de un cambio tecnológico.

El razonamiento económico básico sugiere que la rentabilidad más alta de nuevas tecnologías ganaderas puede llevar a los finqueros a incrementar el tamaño de su hato ganadero, y por lo tanto - potencialmente - de sus áreas de pastura. Las tecnologías rentables también podrían proporcionar a los finqueros el capital adicional que ellos necesitan para financiar la expansión del ganado. Aquellos que declaran que las tecnologías ganaderas mejoradas reducen la presión sobre los bosques, fallan en tomar estas fuerzas fundamentales dentro de la ecuación. En términos matemáticos: el resultado no es fijo, sino una función de la tecnología.

La teoría económica sugiere que los criadores de ganado que adoptan tecnologías más rentables se inclinarán a extender sus áreas de pastura a menos que se aplique una de dos condiciones⁹:

1. Las nuevas tecnologías deprimen los precios de los productos ganaderos incrementando, en gran manera, la producción de carne y/o leche. Los precios más bajos, a su vez, podrían desalentar la expansión de pasturas en áreas con suelos pobres, climas desfavorables, o de acceso limitado a los mercados donde la producción ganadera sólo es marginalmente rentable. Es particularmente probable que las tecnologías mejoradas depriman los precios si: ellos

umentan significativamente la oferta agregada, y la demanda de los productos ganaderos es inelástica, i.e., la cantidad que la gente compra no corresponde a los cambios de precios. Es más probable sostener estas condiciones cuando los finqueros producen principalmente para los mercados locales. Es entonces probable que los finqueros respondan a la caída de los precios reduciendo su área de pastura, si la producción de ganado es el objetivo principal para mantener los pastos, si ellos tienen alternativas disponibles para invertir su capital y mano de obra, y enfrentan algunas barreras para mantenerse de la producción ganadera.

2. Las nuevas tecnologías requieren más capital, mano de obra, o esfuerzos de manejo por hectárea de pastura y los criadores de ganado tienen acceso limitado a esos recursos. Bajo tales circunstancias, adoptar la nueva tecnología forzaría a los finqueros a movilizar parte de los recursos destinados para plantar pasturas adicionales, para utilizarlos más intensivamente en pasturas existentes. Los finqueros concentrarían sus recursos en un área más pequeña, más allá de la cual no se podrían extender, debido a que no cuentan con los recursos para hacerlo. Los finqueros pequeños y los finqueros en regiones sin subsidios de crédito para ganadería, son probablemente los de capital más restringido. Las restricciones de mano de obra son comunes en las áreas de frontera agrícola, particularmente donde no hay rápida inmigración. La capacidad administrativa o de supervisión a menudo también es limitada para finqueros ausentes y finqueros con granjas grandes.

Donde ninguna de estas dos condiciones se presenta, uno esperaría que las mejoras tecnológicas en la producción ganadera no tengan ningún efecto en la deforestación o en incentivar a ello. Si por ejemplo, las nuevas tecnologías no afectaron mucho los precios de los productos ganaderos porque no se incrementó la oferta agregada de esos productos o porque la demanda para esos productos era relativamente elástica, entonces la primera condición no aplicaría. Aun cuando las nuevas tecnologías reducen el precio de los productos de la ganadería, los finqueros no reducirán su área de pastura si una de las principales razones para que ellos mantengan los pastos, es asegurar la tenencia de la tierra, en lugar de obtener ganancias de la crianza ganadera. De la misma manera, si los finqueros tienen pocas alternativas de invertir sus ahorros en algo más que sus fincas, ellos podrían continuar extendiendo sus pasturas aún cuando los precios caigan.

De la misma forma las tecnologías que implican capital, mano de obra, o manejo intensivo pueden llevar a los finqueros que tienen acceso limitado a estos recursos, a concentrarse en áreas más pequeñas; las tecnologías que reducen la cantidad de recursos requeridos por hectárea, pueden tener el efecto totalmente opuesto. Lo mismo se aplica a las tecnologías que ayudan a los finqueros a superar limitaciones de capital, incrementando sus ganancias o las tecnologías que favorecen la entrada al sector ganadero de finqueros que tienen menos restricciones de capital o de manejo.

⁹ Ver Angelsen and Kaimowitz (2001) para una elaboración más amplia de estos argumentos.

Siguiendo el trabajo de Boserup (1981) sobre los determinantes demográficos de la intensificación agrícola y el trabajo de Hayami y Ruttan (1985), sobre innovaciones inducidas basadas en la escasez relativa de los factores, uno esperaría que los finqueros prefirieran tecnologías que hacen uso intensivo de los factores de producción más abundantes. Esto implica probablemente que los finqueros adopten tecnologías que utilizan capital y mano de obra más intensivamente, una vez que ellos hayan usado la mayoría de su tierra disponible y la tierra ha dejado de ser su recurso más abundante. En otras palabras, estas teorías sugieren que probablemente las tecnologías que tienen mayor potencial de salvar el bosque, serán adoptadas después de que el bosque ya no existe.

ESTUDIOS EMPÍRICOS DE NIVEL MACRO Y MESO

El análisis teórico anterior nos dice que a priori uno no puede predecir cómo el cambio tecnológico en la producción ganadera afectará la cobertura forestal sin examinar los parámetros específicos en cada contexto empírico. La teoría ofrece visiones sobre lo que son las variables relevantes y cómo se relacionan entre sí. Dice poco sobre el tamaño de los parámetros o el impacto neto de los efectos en conflicto. Para eso uno necesita examinar ejemplos concretos.

Cattaneo: La Producción de Ganado en la Amazonía Brasileña

Cattaneo (2001) proporciona un ejemplo. El autor utilizó un modelo de Equilibrio General Calculable (CGE) para observar cómo los cambios tecnológicos generalizados en la producción ganadera en Brasil podrían afectar el área asignada para pastar y por lo tanto la deforestación en la Amazonía brasileña. El modelo divide el uso de la tierra en tres categorías: pradera/pastura, tierra cultivable, y terrenos forestales. La información para el modelo proviene de una tabla de entrada-resultado y de cuentas nacionales de Brasil para 1995, del censo agrícola de 1995/96, de la investigación de ingreso y gastos de los productos domésticos y de varios estudios. El autor también toma en cuenta el riesgo relativo de diferentes actividades agrícolas, los granjeros desean estar seguros de poder cumplir con sus necesidades de subsistencia, con la producción agrícola en la granja, con los requisitos biofísicos específicos de cada producto agrícola, y los efectos de degradación medioambiental en la productividad agrícola. Usando toda esta información y una serie de suposiciones típicamente encontradas en los modelos de CGE, el autor deriva una curva de demanda para tierra deforestada. Entonces él examina varios escenarios de corto (1-2 años) y mediano(5-8 años) plazo, para ver cómo estos afectan la tala del bosque. En el corto plazo, el capital y la mano de obra no pueden moverse de/hacia la Amazonía. En el mediano plazo sí pueden.

Cattaneo encontró que las mejoras tecnológicas en la producción ganadera que incrementan el factor total de productividad, pero que no generan a los sistemas de producción más capital o mano de obra intensiva, siempre incrementarán la deforestación tanto en el largo como en el corto plazo. Tecnologías como las nuevas variedades de pasturas, que no alteran fundamentalmente la cantidad de mano de obra o capital aplicados a cada hectárea, podrían entrar en esta categoría. Su modelo predice que un 20% del factor total de productividad aumentaría la deforestación en la misma cantidad en el corto plazo y

ligeramente más en el mediano plazo. La razón para esto está clara, la mejora tecnológica no lleva a una caída suficientemente fuerte de los precios de los productos ganaderos, como para compensar el efecto expansionista de ganancias mayores asociadas con la nueva tecnología.

Para tecnologías que son más intensivas en cuanto a mano de obra o capital que las tecnologías tradicionales, el efecto en la deforestación depende del horizonte de tiempo involucrado. En el corto plazo, tales tecnologías reducirán la deforestación, conforme los finqueros concentran sus escasos recursos en una área más pequeña. Pero con el tiempo, las ganancias más altas atraen mano de obra y capital adicional en la región y eso lleva a un aumento neto en la deforestación. Con relación a la teoría en discusión, la segunda condición funciona, pero sólo en el corto plazo.

Cattaneo asume que la única razón por cual los finqueros siembran pastos es ganar dinero de la crianza de ganado. Por lo tanto, su modelo predice que el aumento o disminución de los precios de productos ganaderos tendrán un gran efecto en el área de pastura. Cuando se presenta una disminución de los precios, también decae el área de pastura. Si las innovaciones tecnológicas aumentaran la producción de ganado nacional lo suficiente para aumentar significativamente la oferta agregada, el efecto sobre el precio correspondiente desanimaría la deforestación. Esto no ocurre en los escenarios de Cattaneo: las mejoras tecnológicas ocurren solamente en la Amazonía y esto no afectan el suministro nacional de productos ganaderos lo suficiente para reducir los precios significativamente.

Es importante la suposición de que la única razón para que los finqueros planten pasturas es obtener ganancias de la producción ganadera. Investigaciones previas de la Amazonía realizadas por autores como Binswanger (1991) y Hecht (1992) sugieren que la especulación de la tierra, evitar invasiones de tierra y obtener subsidios gubernamentales, son a menudo motivos tan importantes para plantar pasturas, como el deseo de obtener ganancias de la producción ganadera per se. Esto implica que los finqueros talvez no cambien mucho la cantidad de pastura que plantan cuando cambian los precios de los productos, ya que la razón principal para que ellos siembren pastos es obtener ganancias importantes y subsidios, y no producir carne y productos lácteos para la venta. Esto también hace más improbablemente que las nuevas tecnologías reduzcan la presión sobre los bosques.

Kaimowitz: La Producción Ganadera en Centroamérica

Un estudio realizado por Kaimowitz (1997) confirma que los finqueros y el área de pastura pueden ser relativamente insensibles a los cambios de precios: esto es exactamente lo que pasó en Centroamérica durante los años ochenta e inicios de los años noventa. El estudio basó sus hallazgos en una exhaustiva revisión de literatura que observaba numerosos estudios empíricos de producción ganadera en la región. Kaimowitz muestra que, aunque los precios de los productos ganaderos se desplomaron notablemente en Centroamérica, los finqueros en la frontera agrícola no redujeron mucho la cantidad de bosque que ellos convirtieron para pastar. Basado en esto, él concluye que la reducción de precios inducida por cambios tecnológicos en la producción ganadera es improbable que desaliente la deforestación significativa en el contexto centroamericano.

Durante los años ochenta e inicios de los años noventa, los precios reales de la carne se redujeron significativamente en Centroamérica. La caída de los precios internacionales de la carne, las restricciones a las exportaciones de carne centroamericana hacia los Estados Unidos y la devaluación de las monedas nacionales contribuyeron a ese resultado. Los precios de los productos lácteos también cayeron debido a la caída del ingreso per cápita, al control de precios, y a la competencia por las importaciones de productos lácteos. Esto, junto con la inestabilidad política y la expropiación de grandes fincas para propósitos de reforma agraria, llevó al total regional ganadero a decaer de 10.1 millones de cabezas en 1978 a 9.6 millones de cabezas en 1992.

A pesar de todo esto, la conversión de bosque a pasturas en áreas agrícolas decayó sólo ligeramente. Es más, esta reducción en gran parte fue provocada por los conflictos militares en Nicaragua y Guatemala y al agotamiento del bosque disponible para talar en Costa Rica. La caída de los precios de la carne y los productos lácteos jugó un papel menor.

Paradójicamente, los finqueros en áreas de producción ganadera tradicionales abandonaron muchas de sus pasturas, permitiéndoles revertir a bosque secundario. Los finqueros en estas áreas no necesitaron extender su área de pastura para asegurar sus derechos de propiedad. Ellos también tenían más oportunidades de invertir su capital en otras actividades cuando las haciendas fueron menos rentables.

Todavía, mientras los cambios en los mercados y precios para los productos ganaderos pueden tener menos impacto de lo que algunas personas creen, estos no son irrelevantes. En la actualidad, la carne de América Latina y los mercados de lechería están pasando por rápidos cambios. Los supermercados y la venta de carne refrigerada son cada día más importantes. Los productos avícolas han limitado en alguna manera la demanda tradicional por carne. Las restricciones en la exportación de ganado de las regiones con enfermedades de pie y boca, han limitado el mercado para el ganado de la Amazonía.

Poccard-Chapuis: Haciendas a lo largo de la Carretera Trans-amazónica de Brasil

Un tercer estudio realizado por Rene Poccard-Chapuis (1997) observa lo que algunos de estos cambios implican para los sistemas de producción ganadera en Para, Brasil. Poccard-Chapuis dirigió entrevistas en profundidad a informantes claves involucrados en actividades relacionadas con la producción ganadera, su proceso, y comercialización en la municipalidad de Uruara, que está ubicada a lo largo de la Carretera de Trans-amazónica. Él también realizó un análisis detallado de las tendencias de mercado de la carne en las ciudades vecinas de Altamira, Belem, y Santarem, donde termina mucha de la carne producida en Uruara.

Belem tiene el mercado más dinámico para carne producida en Uruara. Para acceder este mercado, los finqueros deben producir novillos castrados con más de 240 kilogramos de carne. Los mataderos que producen la carne refrigerada que el mercado de Belem demanda, no comprarían ganado más flaco porque ellos obtienen ganancias mayores cuando los animales que compran tienen una proporción más alta de carne en peso vivo.

Para alcanzar la demanda de animales de alta calidad los finqueros deben mejorar sus tecnologías. Los finqueros pequeños encuentran esto difícil de lograr. La reserva genética de sus animales es de la más pobre calidad y ellos utilizan menos inversión. Tampoco manejan sus pasturas como lo hacen algunos de los finqueros grandes. Tradicionalmente, los pequeños granjeros vendían sus terneros a finqueros más grandes, quienes entonces los engordaban para la venta a los mataderos. Cada vez más, los finqueros grandes han escogido criar sus propios terneros, para poder asegurar el obtener animales de alta calidad con mortalidad limitada y que pueden ganar peso rápidamente.

Para los finqueros pequeños que no pueden acceder el mercado de Belem directamente o vendiéndoles sus terneros a finqueros más grandes para engorde y venta en Belem, las opciones son cada vez más limitadas. Los mercados locales de carne se han saturado, en parte porque un programa de crédito subvencionado del gobierno animó a una gran cantidad de finqueros pequeños para aumentar su producción ganadera a mediados de los años noventa. La reciente legislación sanitaria ha llevado al cierre de varios mataderos municipales que no pudieron cumplir con las nuevas normas. Finalmente, esto puede llevar a disminuir la tala de bosques por parte de los pequeños ganaderos.

Los grandes finqueros de ganadería extensiva también pueden empezar a sentir el calor. Desde la aplicación del “plan real” de Brasil, a principios de los años noventa, las proporciones de inflación han caído rápidamente, y como resultado la transacción de la tierra ya no es tan lucrativa como lo era en el pasado. Los subsidios gubernamentales para las haciendas de gran escala también han decaído (aunque no tanto como lo sugieren algunos autores). El suministro de carne en la Amazonía Oriental ha crecido más rápidamente que la demanda en años recientes. El pollo y los precios del pescado han caído relativamente ante el precio de la carne, en parte debido a los adelantos tecnológicos en la industria avícola. Esto ha llevado a muchos consumidores a comer menos carne y más pollo y pescado. Los finqueros de Para no pueden enviar su ganado al sur de Brasil porque la anterior región tiene la enfermedad de pie y boca, mientras que la última no. Como resultado, cada vez sólo los finqueros más eficaces pueden obtener ganancias suficientemente altas.

El resultado de todo esto puede ser una mayor intervención de tierras por parte de grandes finqueros con más sistemas de producción intensiva, y menos por parte de grandes finqueros extensivos y pequeños granjeros. Aunque el impacto neto de lo que será la tala total de los bosques, aún no está claro. Vale hacer notar, sin embargo, que si uno examina las figuras agregadas para Brasil, se aclara que, aunque muchos grandes criadores adoptaron sistemas ganaderos más intensivos, la conversión total del bosque para pasturas en la Amazonía fue mayor en la última mitad de los años noventa que en la primera mitad.

ESTUDIOS EMPÍRICOS EN EL ÁMBITO DE PRODUCTOS DOMÉSTICOS

Los estudios analizados observan sobre todo la relación entre el cambio tecnológico en la producción ganadera y la deforestación a un nivel relativamente agregado, sin profundizar en cualquier detalle

sobre cómo estos procesos juegan un papel en el ámbito doméstico. Esta sección observa la evidencia a un nivel más micro.

Vosti et al.: Asentamientos de colonización en Acre, Brasil

El primer estudio por Vosti *et al.* (2001) utiliza un modelo de programación lineal bio-económico, para simular cómo los pequeños granjeros en asentamientos agrícolas colonizados en Acre, Brasil podrían responder a mejoras en pasturas y tecnologías de producción lechera. El modelo asume que los granjeros maximizan el valor descontado del consumo familiar durante un período de 25 años, produciendo combinaciones de productos para consumo doméstico y venta, sujeto a una serie de restricciones. Estas restricciones incluyen el nivel inicial de los recursos del granjero, ciertos aspectos biofísicos de producción, tales como la evolución de los niveles de nutrientes en la tierra, y la productividad de las tecnologías que los granjeros tienen a su disposición. El modelo también toma en cuenta ciertas imperfecciones del mercado. Por ejemplo, este asume que los granjeros no pueden contratar más de quince días de mano de obra en un mes específico. Los autores dedujeron la información sobre los parámetros de estudios anteriores dirigidos en el área y de grupos focales con granjeros y profesionales locales. Los datos representan la situación en el área en 1994.

Los autores presentan los resultados en dos escenarios. En el primero, los granjeros utilizan prácticas tradicionales de manejo de pasturas. Ellos no hacen rotación de sus pasturas y tienen una alta infestación de malezas como resultado. Poseen ganado de pobre reserva genética y gastan relativamente poco en sal, vacunaciones, y comida suplementaria en la estación seca (pasto elefante). En el segundo caso, los finqueros manejan sus pasturas más intensivamente (más mano de obra y cercas), incorporan kudzu tropical, una leguminosa, en sus pasturas; usan más suministros comprados, tienen mejor ganado, y regularmente desechan sus vacas más viejas y menos productivas.

Cuando los autores simulan el primer escenario (baja productividad) de 25 años, encuentran que la deforestación empieza despacio, acelera aproximadamente desde el año 3 al año 15, y luego se reduce substancialmente (pero no se detiene). El área de barbecho secundario aumenta substancialmente empezando, aproximadamente en el año 8. Para finales del período de 25 años, sólo cerca de 10 de las 60 hectáreas de los granjeros permanecen como bosque primario.

Una vez que los granjeros tienen la opción de utilizar tecnologías más productivas e intensivas en el segundo escenario, la deforestación ocurre más rápidamente. Esto porque las fincas son más rentables y porque los finqueros utilizan las ganancias adicionales para superar restricciones de capital que les habían impedido extender su producción ganadera previamente. Al final de los 25 años no quedan restos del bosque. También queda mucho menos barbecho secundario al final del período. Ochenta y cinco por ciento de la finca es pastura comparada con el 50% en el primer escenario.

La tecnología ganadera más intensiva es más rentable que los sistemas de producción tradicionales. No obstante, también requiere un mayor nivel de inversión, particularmente al principio, lo que probablemente limitará su adopción.

Roebeling y Ruben: Pequeños, Medianos, y Grandes Finqueros en la Costa Atlántica de Costa Rica

Roebeling y Ruben (2001) proporcionan un segundo modelo de programación lineal bio-económico, esta vez utilizando datos de pequeñas y medianas granjas y de grandes haciendas del ganado en la Zona Atlántica de Costa Rica. Al contrario del estudio anterior, el modelo de Roebeling y Ruben les da a los granjeros la opción de comprometerse en actividades forestales (plantaciones y bosque natural) y vender mano de obra fuera de la granja; así como también la producción de la hacienda y la producción de cultivos. Los dueños de la hacienda pueden invertir su capital fuera de la granja si ellos lo desean. Los autores también asumen que los finqueros tienen una función objetiva más sofisticada que incluye el deseo de tiempo libre, auto-suficiencia alimentaria, y conservación de tierras, además de maximizar su ganancia. Permitiéndoles a los granjeros vender su tierra al final del periodo de simulación y asumiendo los precios reales de la tierra crecen a un 12.5% por año, el modelo incorpora ciertos aspectos de transacción de la tierra. En lugar de un período de tiempo de 25 años, ellos usan diez años.

Dadas las tecnologías iniciales disponibles para los finqueros, los autores calculan que en la Zona Atlántica, como un todo (basado en un promedio ponderado de los tres tipos de granjas), los granjeros habrían escogido mantener el 55% del área cultivable en pasturas, 35% en bosque, y 10% en cultivos. Esto corresponde justamente a los modelos de uso de tierra actuales.

Cuando los autores simularon lo que hubiera pasado si la productividad de pasturas aumentara 20% sin cambios en la intensidad de recursos, ellos encontraron que el área total de pasturas se extendería. En el caso de los pequeños y medianos granjeros esta expansión no es más grande porque los finqueros prefieren gastar las ganancias adicionales del incremento en la producción de carne y leche, en producir cultivos de consumo inmediato, en lugar de la producción ganadera. Sin embargo, en el caso de los dueños de haciendas, el modelo predice que estos granjeros utilizarán los ingresos adicionales de las pasturas para comprar más tierras forestales y convertirlas en pasturas. En este caso, un 20% de incremento en la productividad de los pastos llevaría a casi un 10% de aumento en el área para pastura, lo que a su vez alcanzaría un 28% de reducción en el área forestal fuera de las granjas existentes. El hecho de que las haciendas pueden comprometerse en la especulación de la tierra hace que esta opción sea particularmente atractiva.

Pichón et al.: Asentamientos de colonización en la Amazonía ecuatoriana

En contraste con los dos casos anteriores, Pichon *et al.* cuenta una historia donde las innovaciones tecnológicas intensivas en mano de obra ayudan a conservar el bosque. Los autores analizan datos de un estudio local de 420 granjas pequeñas en asentamientos de colonización en la Amazonía nororiental ecuatoriana, dirigidos a principios de los años noventa, cada granja tiene un promedio de 50 hectáreas. El estudio muestra que muchas granjas que adoptaron la producción de café continúan teniendo una cobertura forestal sustancial, incluso varias décadas después de su asentamiento inicial. De hecho, 60%

de todas las fincas que han sido ocupadas más de diez años, todavía tienen más del 50% de su tierra en bosque primario.

La principal explicación de los autores del por qué muchos granjeros no han talado la mayor parte de su bosque, es que ellos tienen restricciones de mano de obra y de capital. Ellos notan que en promedio los granjeros con más bosque tienen menos mano de obra disponible y capital. La cosecha de café requiere cantidades relativamente grandes de mano de obra y capital por hectárea. Una vez que los granjeros pobres dedican toda su tierra y mano de obra disponibles para producir café en áreas relativamente pequeñas, ellos no tienen recursos disponibles para talar bosque adicional y plantar cultivos o criar ganado en él. Esto, sin embargo, sólo se aplica a los granjeros más pobres. Los más ricos tienden a talar todo su bosque para criar ganado, sembrar café (usando mano de obra a sueldo), o ambos.

Una pregunta interesante que se desprende del estudio de Pichon *et al.* es, por qué un finquero adoptaría una tecnología que era relativamente intensiva en mano de obra y capital (plantaciones de café en este caso), en un contexto donde la tierra es abundante pero la mano de obra y el capital son escasos. Los autores argumentan que los granjeros hacen eso porque el café tiene mercados estables, así que ellos lo consideran una opción de bajo riesgo. Esto tiene una relevancia obvia para aquellos interesados en el impacto de la limpieza de los bosques, al promover sistemas silvo-pastoriles que también tienden a ser más intensivos en cuanto a mano de obra y capital que las prácticas tradicionales. Esto implica que si los productos de árboles tuvieran mercados particularmente atractivos y los finqueros tienen limitaciones en mano de obra y de capital, la introducción de sistemas silvo-pastoriles intensivos de mano de obra y capital, podría ser una opción efectiva para reducir la limpieza del bosque.

White et al. en Colombia, Costa Rica, y Perú

Un cuarto estudio, por White *et al.* (2001), sugiere que, preguntar “si la intensificación ganadera ayuda a reducir la tala del bosque”, podría ser la pregunta equivocada. La verdadera relación causal es al revés. Los finqueros no intensificarán hasta que la tierra sea escasa y la mayoría de los bosques ya hayan desaparecido. Mientras la tierra continúe siendo barata ellos continuarán prefiriendo los sistemas de producción extensiva. Los autores basan su conclusión en estudios de finqueros en Esparza, Costa Rica, Caqueta en Colombia, y Pucallpa en Perú, conducidos en 1996 y 1997 por el proyecto Tropileche del Centro Internacional para Agricultura Tropical (CIAT).

Las tres regiones que el documento examina forman un continuum. En Esparza, Costa Rica la frontera agrícola se cerró hace dos años. Quedan pequeños restos de bosque y los precios de la tierra son bastante altos. Algunos finqueros han respondido a los precios altos intentando utilizar la tierra más eficazmente. Con este fin ellos han adoptado nuevas variedades de pasto *Brachiaria*, incorporaron una leguminosa llamada *Arachis pintoi* en sus pasturas, y establecieron bancos de proteína con una leguminosa llamada *Crotalaria* para alimentar su ganado de doble propósito durante la estación seca. Los

pequeños finqueros han adoptado más tecnologías que los finqueros más grandes. Dado su acceso limitado a la tierra, ellos enfrentan incentivos particularmente altos para intensificar.

Pucallpa está en el extremo opuesto del espectro. El bosque y la tierra todavía son abundantes y baratos y el acceso a los mercados es pobre. Los finqueros adoptaron *Brachiaria*, lo cual requiere sólo una pequeña inversión adicional comparada con las variedades tradicionales. Ellos, sin embargo, no adoptaron *Arachis pintoi* o *Cratylia*, los cuales demandan más capital y mano de obra, aunque los análisis económicos sugieren que tales técnicas proporcionan un rango positivo de retorno (ganancia). El alto costo del establecimiento inicial de los sistemas de leguminosas ha sido, al parecer, particularmente importante en la limitada adopción. Esto ha llevado a un ciclo vicioso en el cual las compañías procesadoras no establecen rutas de recolección porque los finqueros no producen la leche suficiente para que se justifique, y los finqueros no mejoran su productividad, en parte porque ellos no tienen ningún mercado atractivo para su leche. Bajo tales circunstancias tiene poco sentido preguntar si adoptando prácticas ganadera intensivas se reduce la deforestación: en primer lugar, los finqueros no las adoptarán.

Caquetá en Colombia cae entre estos dos. Las tierras con pasturas tienen un costo promedio de US\$ 450 por la hectárea, comparada con US\$ 150 en Pucallpa y US\$ 2,400 en Esparza. Los finqueros adoptaron nuevas variedades de *Brachiaria*, y aproximadamente un 25% adoptó *Arachis pintoi*, pero prácticamente ninguno usa bancos de proteína. La gran mayoría de aquellos que adoptaron *Arachis pintoi* dicen estar satisfechos, pero los altos costos de establecimiento han limitado una diseminación más amplia de esta técnica. El estudio realizado en 1997 en una granja encontró que los finqueros realmente tenían más bosque (10% contra 7%) comparado con un estudio realizado diez años antes, aunque no está claro lo que esto implica.

El estudio de White *et al.* nos trae la hipótesis de Boserup: los granjeros tienden a extenderse antes que intensificar. Lo que su estudio agrega es el mecanismo que genera esta secuencia. La escasez de árboles lleva a aumentar los precios de la tierra. Esto hace más atractivo extender la producción de leche y carne a través de la intensificación, que comprar más tierra.

CONCLUSIONES

Parece improbablemente que las mejoras tecnológicas en la producción ganadera en los trópicos latinoamericanos reducirán la deforestación deprimiendo los precios de la carne y la leche. Es improbable que las nuevas tecnologías incrementen la oferta lo suficiente para deprimir considerablemente los precios. La mayoría de los finqueros a lo largo de la frontera agrícola probablemente serán un poco lentos para limitar la expansión de pastos en respuesta a la caída de los precios, cualquiera que esta sea. Una posible excepción a esto podría ser, el efecto en los precios de la carne como resultado de las rápidas mejoras tecnológicas en la industria avícola. En algunas áreas esto puede reducir bastante la demanda de carne, tanto como para desalentar la expansión de pasturas. De la misma manera, los mercados en decadencia para terneros de pobre calidad como resultado de los

cambios en el proceso y comercialización, pueden desalentar la expansión de pasturas por parte de los pequeños granjeros en ciertas áreas.

Las innovaciones tecnológicas, como las técnicas silvo-pastoriles son más intensivas en cuanto a mano de obra y capital por hectárea que las tecnologías existentes, pueden reducir la conversión del bosque a pastos al menos en el corto plazo. Al final, si las nuevas tecnologías hacen que la producción ganadera sea más rentable, esto probablemente atraerá capital y mano de obra adicional al sector. Una vez que los finqueros dejen de tener restricciones de mano de obra y/o de capital, las nuevas tecnologías los animarán a la expansión de pastos, en lugar de desalentarlos. Es más, las ganancias adicionales generadas por la nueva tecnología misma, también acelerará que los finqueros estén limitados en cuanto a mano de obra y capital.

En general, será más difícil conseguir que los granjeros adopten técnicas intensivas de capital y mano de obra en áreas donde todavía hay tierra abundante y bosque. No sólo las proporciones relativas de los precios sugieren que los sistemas extensivos de la tierra serán más rentables en estas circunstancias, las imperfecciones del mercado local pueden impedir que los finqueros obtengan capital y mano de obra suficientes para invertir en tales técnicas, aún cuando sean rentables. La baja densidad de la población y los altos costos del transporte en áreas fronterizas agrícolas también desaminan el desarrollo de industrias de proceso lechero que podrían, de otra manera, estimular la intensificación de la producción ganadera.

Estas limitantes, sin embargo, no son absolutas. En algunas circunstancias los granjeros pueden invertir en tecnologías intensivas de mano de obra y capital, aún en la frontera agrícola. Esto parece particularmente probable cuando la única manera para que ellos puedan producir algún producto como café o leche, que tienen mercados atractivos estables, es adoptar un relativo sistema intensivo de mano de obra y/o capital. Cuando esto ocurre y los finqueros estén limitados en cuanto a mano de obra y/o capital, uno puede esperar que las nuevas tecnologías eliminen la presión sobre los bosques.

BIBLIOGRAFIA

- Angelsen, A; Kaimowitz, D. eds. 2001. *Agricultural Technologies and Tropical Deforestation*. Wallingford, UK, CABI Publishing.
- Arima, EY; Uhl, C. 1997. *Ranching In The Brazilian Amazon In A National Context: Economics, Policy, And Practice*. *Society And Natural Resources* 10: 433-451.
- Bilsborrow, RE; Carr, DL; 2001. *Population, Agricultural Land Use And The Environment In Developing Countries*, In Lee, DR; Barrett, CB. Eds. *Tradeoffs Or Synergies? Agricultural Intensification, Economic Development And The Environment*. Wallingford, CABI Publishing, P. 35-56.
- Binswanger, H. 1991. *Brazilian Policies That Encourage Deforestation In The Amazon*. *World Development* 19 (7): 821-829.
- Boserup, E. 1981. *Population And Technological Change, A Study Of Long-Term Trends*. Chicago, University Of Chicago Press.

- Cattaneo, A. 2001. A General Equilibrium Analysis Of Technology, Migration, And Deforestation In The Brazilian Amazon. In Angelsen, A; Kaimowitz, D. Eds. *Agricultural Technologies And Tropical Deforestation.*, Wallingford, CABI Publishing, P. 69-90.
- Chomitz, KM; Thomas; TS. 2000. *Geographic Patterns Of Land Use And Land Intensity In The Brazilian Amazon.* Washington DC, The World Bank.
- Food And Agriculture Organization Of The United Nations (FAO). 2001. *The Global Forest Resources Assessment 2000, Summary Report.* Information Note, Committee On Forestry, Fifteenth Session, 12-16 March. Rome.
- Hayami, Y; Ruttan, VW. 1985. *Agricultural Development, An International Perspective.* Baltimore, Johns Hopkins University Press.
- Hecht, S. 1992. Logics Of Livestock And Deforestation: The Case Of Amazonia. In Downing, T; Hecht, S; Pearson, H; García Downing, C. Eds. *Development Or Destruction, The Conversion Of Tropical Forest To Pasture In Latin America.* Boulder, Westview Press, P. 7-25.
- Kaimowitz, D. 1997. *Livestock and Deforestation in Central America in the 1980s and 1990s: A Policy Perspective.* Bogor, Center For International Forestry Research.
- Mattos, MM; Uhl, C. 1994. Economic And Ecological Perspective On Ranching In The Eastern Amazon. *World Development* 22(2): 145-158.
- Pichón, F; Marquette, C; Murphy, L; Bilsborrow, R. 2001. Land Use, Agricultural Technology, And Deforestation Among Settlers In The Ecuadorian Amazon. In Angelsen, A; Kaimowitz, D. Eds. *Agricultural Technologies And Tropical Deforestation.* Wallingford, CABI Publishing, P. 153-166.
- Poccard-Chapuis, R. 1997. *Filière Bovine Et Construction De L'Espace En Amazonie Orientale: L'exemple Du Municipie D'Uruara, Sur La Transamazonie.* Memoire, Univsité De Paris 1 Panthéon – Sorbonne.
- Roebeling, P; Ruben, R. 2001. Technological Progress Vs. Economic Policy As Tools To Control Deforestation: The Atlantic Zone Of Costa Rica. In Angelsen A; Kaimowitz, D. Eds. *Agricultural Technologies And Tropical Deforestation.*, Wallingford, CABI Publishing, Pp. 135-152.
- Rudel, TK; Flesher, K; Bates, D; Baptista, S; Holmgren. P. 2000. *Tropical Deforestation Literature: Geographical And Historical Patterns.* *Unasylya* 51 (203): 11-18.
- Serrao, EA; Toledo; JM. 1993. The Search For Sustainability In Amazonian Pastures. In Anderson, AB. Ed. *Alternatives To Deforestation: Steps Toward Sustainable Use Of The Amazon Rain Forest,* New York, Columbia University Press, P. 195-214.
- Serrao, EA; Toledo, JM. 1992. Sustaining Pasture-based Production Systems for the Humid Tropics. In Downing, T; Hecht, S; Pearson, H; Downing, CG. eds. *Development or Destruction, The Conversion of Tropical Forest to Pasture in Latin America.* Boulder, Westview Press, p. 257-280.
- Vosti, SA; Carpentier, CL; Witcover, J; Valentim; JF. 2001. Intensified Small-scale Livestock Systems in the Western Brazilian Amazon." In Angelsen, A; Kaimowitz, D. eds. *Agricultural Technologies and Tropical Deforestation,* Wallingford, CABI Publishing, p. 113-134.
- White, D; Holmann, F; Fujisaki, S; Reategui, K; Lascano, C. 2001. Will Intensifying Pasture Management in Latin America Protect Forests – Or is it the Other Way Around? in the Western Brazilian Amazon. In Angelsen, A; Kaimowitz, D. eds. *Agricultural Technologies and Tropical Deforestation,* Wallingford, CABI Publishing, p. 91-112.

Wunder, S. 2000. *The Economics of Deforestation, The Example of Ecuador*. Houndsmill, U.K., MacMillan Press

Conservación Rentable: Una Revisión De Lo Qué Funciona Con Respecto A La Conservación De La Biodiversidad¹⁰

PAUL J. FERRARO Y DAVID SIMPSON

SUMMARY

Ferraro and Simpson suggest that the conservation of ecosystems provides important global services, therefore the need to preserve biodiversity is urgent, but the financial stakes are high and the debate is heated. There has never been a greater need for both a clear understanding of the principles involved and a careful investigation of the facts. Besides, to address this problem, international conservation and development donors have been making substantial investments in habitat conservation. Among the most common conservation schemes are interventions aimed at encouraging commercial activities that produce ecosystem services as joint products. The authors argue that it would be more cost-effective to pay for conservation performance directly. On the other hand, the overall cost of conservation is less when a direct form of payment is applied; the donor will generally find direct payments more cost-effective. This article discusses the preferences of donors and eco-entrepreneurs that generally are opposed when the donor prefers direct payments, and the eco-entrepreneur prefers indirect subsidies. There are a number of reasons why direct incentive programs may be difficult to implement. The authors believe that continued experimentation with direct conservation incentives in the developing world is warranted and probably will be successful.

INTRODUCCION

La humanidad nunca ha tenido un impacto mayor en el uso de la tierra, como el que estamos causando nosotros en el presente. Como resultado, algunos científicos naturales predicen que un tercio o más de las especies en la tierra podrían extinguirse en este siglo. Sólo se encuentran a veces tales

¹⁰ Derechos de autor 2001 Resources for the Future. 1616 P St., NW, Washington, DC 20036, USA; www.rff.org. Este artículo fue publicado originalmente en Resources, Issue No. 143, Spring 2001. Traducido del inglés al español por Hannia Fernandez. Cualquier error introducido en el proceso de traducción es responsabilidad de CATIE y no de Resources for the Future.

pérdidas, en el registro geológico del cataclismo astronómico. La mitad de todas las especies terrestres pueden encontrarse en el 6% del área del planeta cubierto por bosques tropicales y estas especies enfrentan el mayor riesgo. Durante el desarrollo de los países tropicales, la agenda social es dominada por las necesidades urgentes de las poblaciones pobres y en crecimiento.

A pesar de las dificultades inherentes que influyen en la conducta en otros países, los esfuerzos internacionales para conservar la biodiversidad se han mantenido en marcha durante muchos años. Estadísticas completas son difíciles de obtener, pero algunos números son indicativos del compromiso. El Banco Mundial ha dedicado mucho más de 1 mil millones de dólares a conservación de la biodiversidad. Varios donantes han asignado la misma cantidad de dinero hacia retiros de deudas de países en vías de desarrollo, bajo la modalidad de intercambio de deuda-por-naturaleza. Un reciente estudio de conservación realizado en América Latina reportó aproximadamente \$3.3 mil millones en gastos. Las fundaciones privadas han contribuido en más de \$10 millones por año a la conservación en países en vías de desarrollo.

A lo largo de las dos décadas pasadas, el financiamiento en conservación se ha transferido de “parques y corredores” hacia un intento por integrar la conservación con los proyectos de desarrollo. Esta nueva propuesta se ha criticado severamente. “Proyectos integrados de conservación y desarrollo”, como se les llama, han sido etiquetados como, pequeños más que deseables y generalmente ineficaces, pensando en trabajos como el Réquiem por la Naturaleza de John Terborgh (Island Press, 1999). Las observaciones para volver al enfoque en parques y corredores, han desatado otra repercusión negativa de los críticos, que consideran que es mejor un pequeño esfuerzo que robar la tierra de los indígenas a punta de pistola. Mientras se dan estos violentos debates, otros grupos están catalogando, exaltando, o algunas veces censurando una variedad de propuestas innovadoras hacia la conservación financiera.

La necesidad de conservación es urgente, las inversiones son altas, y el debate está acalorado. Nunca ha existido una necesidad mayor, tanto por una comprensión clara de los principios involucrados, como por una investigación cuidadosa de los hechos.

PROPUESTAS DIRECTAS VS. INDIRECTAS

La conservación de la biodiversidad es, en el sentido amplio, una cuestión de conservar los hábitat que albergan especies en peligro. La conservación eficaz requiere que las personas que destruirían tal hábitat, sean provistas de incentivos para conservarlos. La conservación justa requiere que nosotros identifiquemos a las personas que tienen derecho a reclamo de tal hábitat y que estas personas sean compensadas. A aquellas personas que no tienen derecho a reclamo, se les debe prevenir de causar daño al hábitat en peligro.

Cuadro 1. Taxonomía de las Opciones en la Política de Conservación para un Hábitat

Las propuestas directas pagan por la tierra a proteger. Los ejemplos incluyen:

- Compra o arriendo – La Tierra es adquirida para parques o reservas.
- Servidumbre – Los dueños están de acuerdo en restringir el uso de la tierra a cambio de un pago.
- Concesiones – Las organizaciones de conservación ganaron el derecho, contra compañías madereras o desarrolladores, para utilizar la tierra que es propiedad del gobierno.

Las propuestas indirectas apoyan actividades económicas que brindan protección al hábitat como un sub-producto. Los ejemplos incluyen:

- Pagos para estimular actividades de uso de las tierras que protegen el hábitat y suministran biodiversidad como un producto adyacente. Estos pagos pueden ser de varias formas:

Subsidios para alianzas comerciales eco-amigables: Los subsidios ayudan al ecoturismo, bio-exploración y empresas que generen productos no-maderables de fácil construcción, el entrenamiento de personal, o mercadeo y distribución.

Pagos de servicios a otros ecosistemas: Pagos por almacenamiento de carbono, protección de inundaciones y erosión, o purificación de agua; proporcionan incentivos para mantener el hábitat que brinda ambas funciones, provee estos servicios y al mismo tiempo cuida la biodiversidad.

- Pagos para incentivar actividades económicas que dirigen los recursos humanos lejos de actividades que degradan el hábitat. Esta propuesta de “conservación a través de la distracción”, provee asistencia para actividades tales como, agricultura intensiva o empleos fuera de la finca. Estas actividades pueden no ser eco-amigables, pero su expansión puede reducir los incentivos locales para explotar los ecosistemas nativos.

Las personas generalmente harán lo que les convenga para su propio interés. Si ellos pueden recibir más beneficios al proteger un hábitat, de lo que podrían recibir al limpiarlo para otros usos, ellos lo conservarán.

El Cuadro 1 identifica varias opciones de la política de conservación. Nosotros las hemos agrupado en propuestas directas e indirectas. Las propuestas directas son claras. La organización de conservación paga por conservación. Los pagos pueden ser en forma de compras absolutas o compras de “intereses parciales”, como servidumbres o concesiones, pero la idea básica es pagar por la conservación real.

Las propuestas indirectas son más complicadas. Se proporcionan subsidios a actividades que se perciben como conducentes a la conservación. Una organización de conservación puede, por ejemplo,

ayudar a un empresario local a construir un hotel para el eco-turismo, o entrenar a las personas para evaluar organismos nativos para explotar su potencial farmacéutico. Las propuestas indirectas llevan a dos preguntas:

- ¿Si las actividades que las personas locales realizan son rentables, por qué es necesaria la ayuda de organizaciones de conservación?
- ¿Si las actividades no son rentables, podrían las propuestas directas ser más eficaces para motivar la conservación?

Las empresas eco-amigables han demostrado ser rentables en muchas partes del mundo (vea Cuadro 2), así que no siempre se requieren subsidios. Sin embargo, muchos millones, si no miles de millones, de dólares se han destinado a asistir empresas eco-amigables. La efectividad de estos subsidios es dudosa por varias razones.

Primero, tales subsidios generalmente son una manera ineficaz de lograr el objetivo de la conservación. Considere dos opciones que enfrenta una organización que desea conservar cierta área de tierra. Primero, podría pagar por conservar la tierra. Si una empresa eco-amigable puede operar rentablemente la tierra, la organización de conservación podría vender una concesión para operar la empresa. El costo neto de conservación bajo esta opción sería, el costo de comprar la tierra menos el ingreso recibido de la concesión.

Bajo la segunda opción, el donante de conservación subvencionaría a la eco-empresa, por ejemplo, invirtiendo en instalaciones en un hotel para ser utilizadas por los turistas. Entonces la eco-empresa adquiriría tierra para instalaciones de eco-turismo. El donante de conservación podría motivar la protección de más tierra proporcionando un subsidio más alto. El costo neto para la organización de conservación bajo esta opción sería el valor del subsidio que ofrece.

La segunda propuesta es más cara. El principio básico en el trabajo es que “usted consigue lo que usted paga”, y la manera más barata de conseguir algo que usted quiere es pagando por ello, en lugar de hacerlo por las cosas indirectamente relacionadas. Mientras es sumamente difícil estimar confiablemente las ganancias de proyectos eco-amigables, hemos podido construir varios ejemplos que demuestran diferencias dramáticas en propuestas alternativas. El costo de la propuesta directa puede ser no mayor que las ganancias obtenidas por la conversión de la tierra. Si cualquier ganancia puede generarse de las actividades eco-amigables, estas pueden substraerse del costo de protección computando el costo neto de conservación. El costo de la propuesta indirecta puede, por otro lado, ser varias veces más alto que el costo de compra directa o arriendo.

Existen otras consideraciones que también pesan contra las propuestas indirectas:

- No hay ninguna garantía de que subvencionando actividades eco-amigables se motivará más la conservación. Las organizaciones que ofrecen tales subsidios a menudo asumen que sus efectos serán positivos, pero si, por ejemplo, las instalaciones de los hoteles más atractivos inducen al eco-turista a pasar más tiempo en sus cuartos que al aire libre, las inversiones demostrarían ser contra-productivas.

- Las actividades pensadas como eco-amigables pueden tener consecuencias imprevistas. Los turistas descuidados pueden dañar los sitios que ellos visitan. Los proyectos para comercializar la recolección local de productos del bosque pueden inducir a una sobre producción, o animar a que las personas locales cultiven plantas particulares a expensas de la biodiversidad más amplia de su región.
- Proyectos de conservación integrada de desarrollo pueden fallar en el logro de los objetivos del desarrollo. Muchas naciones en desarrollo serían mejor atendidas por inversiones más amplias, invirtiendo en salud pública o educación primaria que pagaría mayores dividendos que entrenando a especialistas en taxonomía o dirección hotelera.

¿QUÉ FUNCIONA EN LA PRÁCTICA?

La teoría y la práctica pueden, por supuesto, ser cosas muy diferentes. Una cosa es aconsejar a las organizaciones de conservación que paguen para conservar un hábitat en peligro, y otra cosa puede ser para ellos llevar a cabo semejante política. Uno de los problemas a menudo observados mientras se lleva a cabo una política de conservación en países en vías de desarrollo, es que las instituciones legales, para establecer y defender los derechos de propiedad están ausentes. No obstante, hay evidencia de que las propuestas directas están trabajando por lo menos igual que las alternativas:

- Un documento reciente, publicado en la respetada revista *Science* y escrito por un grupo de investigadores de “Conservation International” y de la “University of British Columbia”, demuestra que muchas áreas ridiculizadas como “parques del papel”, son, de hecho, eficaces protegiendo un hábitat en peligro.
- Las organizaciones en varios países tropicales han comenzado programas aparentemente exitosos para mantener pagos directos por protección del hábitat.

Cuadro 2. Empresas Eco-amigables Rentables.

Los hacendados en muchas partes del mundo están “obteniendo beneficios haciendo el bien”

- Algunos finqueros en Zimbabwe y en otras naciones africanas ganan más dinero manejando especies nativas que criando ganado.
- Muchos hacendados en Costa Rica prefieren mantener su tierra como reservas naturales privadas.
- Earth Sanctuaries Limited, una empresa privada que opera varias reservas en Australia, se convirtió en la primera empresa relacionada con conservación en ser comercializada públicamente en la Bolsa de Valores Australiana.

Estos desarrollos son loables. Aún así, la pregunta es, ¿“Qué debemos hacer nosotros cuándo los hacendados locales no perciben la conservación de la biodiversidad como para su propio interés?”

- No hay razón alguna para suponer que las propuestas indirectas serán más eficaces que las directas, cuando los derechos de propiedad no se pueden fortalecer. Ya sea un empresario o un guardabosque, alguien debe cuidar contra la incursión.
- Los pagos por conservación del hábitat pueden crear incentivos para el cambio institucional. Cuando las personas locales se levantan para obtener derechos claros de propiedad, es probable que haya una respuesta.

CONSERVACIÓN FINANCIERA

Así como hay varias propuestas para gastar dinero en conservación, hay también varias maneras de conseguir el dinero para gastar. Es importante pensar claramente sobre cada uno. Mientras las propuestas innovadoras sean aplaudidas, uno también debe mantener expectativas realistas porque “si parece demasiado bueno para ser verdad, probablemente lo es”. Se han sugerido varias opciones (vea Cuadro 3). Algunas propuestas de financiamiento que se han recibido recientemente pueden no ser más eficaces que las opciones existentes, o incluso podrían perpetuar ineficacias.

- El cambio de deuda por naturaleza puede no ser más efectivo que la simple ubicación de dinero directamente para conservación. Exactamente el mismo resultado se obtendría si la organización conservacionista paga al gobierno en deuda para preservar el hábitat. El gobierno podría entonces, utilizar el dinero en retirar su deuda.

Cuadro 3. Instrumentos financieros para la Conservación del Hábitat

Pueden usarse instrumentos financieros para consolidar propuestas directas o indirectas. Los ejemplos incluyen:

- Cambio de deuda-por-naturaleza - Una organización de conservación compra y se retira el préstamo de una nación endeudada, a cambio de la promesa de que ese país va a conservar más la biodiversidad.
- Fondos medio-ambientales - los inversionistas públicos o privados proporcionan deuda o participación financiera para proyectos de conservación.
- Seguridad - Se compra deuda o acciones emitidas para apoyar conservación o actividades relacionadas y se vende en mercados financieros organizados.

- Las empresas eco-amigables pueden “asegurar” sus obligaciones financieras combinándolas con acciones negociables o bonos. Para hacer esto, deben cumplir con las normas o estándares de intercambio financiero organizado en los que se enlistan.

- Varias compañías de inversiones ya ofrecen a sus clientes opciones socialmente responsables. Cuando los donantes de conservación subvencionan fondos para inversión eco-amigable, plantean preguntas con respecto a la eficacia de las propuestas indirectas que mencionamos anteriormente.

OFERTAS RIESGOSAS

Los donantes de conservación están interesados en programas que les permitan el lujo del apalancamiento: inversiones pequeñas con grandes liquidaciones. Sin embargo, hay un costo no deducible en conservación. Si las personas van a conservar el hábitat bajo su responsabilidad, ellos deben recibir beneficios al menos tan grandes como los que recibirían si los convirtieran para otros usos. Algunos donantes de conservación encuentran que estos costos los atemorizan, aunque nosotros hemos encontrado que a menudo son sorprendentemente económicos.

El costo de conservación solo podría ser más bajo si las personas locales entienden mal los beneficios que la conservación les pagará o si no puedan organizarse para obtener estos beneficios. Estas posibilidades vislumbran esperanzas para aquellos que creen que se lograría la conservación a bajo costo. Podría haber un “efecto de demostración”. Por ejemplo, un hacendado podría destinar sus propiedades para el turismo en lugar de hacerlo para el cultivo, después de observar que otro lo ha hecho con éxito. O podrían haber “efectos secundarios”¹¹, por ejemplo si, la propiedad de un hacendado es un destino turístico más atractivo, porque un vecino decide mantener su tierra en estado natural también.

¿Se está apostando el éxito de la política de conservación sobre los efectos de demostración y al juicio del efecto secundario? Quizás sí, si uno cree firmemente que sólo una reducción espectacular en costos de conservación será suficiente para asegurar la preservación significativa de la biodiversidad. Aunque si uno no es muy pesimista, tres consideraciones se enfrentan contra tales ofertas riesgosas.

- La explicación más simple de un fenómeno no siempre es correcta, pero debe ser la primera en considerarse. La explicación más simple de por qué la gente local no mantiene la biodiversidad es porque ellos encuentran que las opciones destructivas son más atractivas.
- El registro no es bueno. Varios programas han fracasado en el alcance exacto de los efectos de estas demostraciones y efectos secundarios.
- La conservación no es a menudo tan cara como parece. Por encima de las inmensas áreas del mundo en vías de desarrollo, puede disuadirse a personas para convertir hábitat naturales a bajo costo.

La biodiversidad del mundo está en peligro y nosotros ignoramos este hecho a nuestro propio riesgo. Los tiempos desesperados pueden, sin embargo, hacer un llamado a medidas mejor pensadas. Las diferentes estrategias pueden funcionar en circunstancias diferentes, y hay excepciones a cada regla. La evidencia sugiere, sin embargo, que generalmente las medidas de conservación directas son muy eficaces.

LECTURAS SUGERIDAS

Ferraro, Paul J. 2001. Global Habitat Protection: Limitations Of Development Interventions And a Role For Conservation Performance Payments. Conservation Biology (In Press).

Ferraro, PJ; Simpson, RD. 2001. The Cost-Effectiveness of conservation Payments, RFF Discussion Paper 00-31, Disponible en www.rff.org/disc_papers/PDF_files/0031.pdf

¹¹ En el texto original se lee *spillovers*, palabra que fue traducida como “*efectos secundarios*” (Nota del Editor)

Capitalización e Ingresos Generados Con Una Gestión Ambiental Positiva En Fincas Ganaderas

CARLOS POMAREDA

SUMMARY

Cattle production in the tropics is part of the local economic, social and cultural conditions, and an extended practice in small, medium and large farms in the tropics. Cattle are produced primarily under extensive systems with a reduced number of head per hectare, poor grazing methods and low productivity. Furthermore, cattle and cattlemen have gained an unfortunately bad image regarding the destruction of forests. Research and empirical evidence support the notion that intensive cattle production in the tropics could lead into more profitable enterprises, through the production of more head per hectare, larger yields of milk, wood, and environmental services. This article presents the results of an analysis undertaken in Costa Rica to explore the economic benefits of pasture-cattle intensification. The model used was a linear programming structure applied to the conditions in a 70-hectare farm in the Atlantic coast. The model allowed responses to economic factors influencing pasture management (under different soils, and different species), cattle management, and production of wood. These results reveal that is fundamental to have improved estimates of carbon sequestered (CS) data for different pastures, soil types and agroecological conditions. Besides, modeling the interactions between pastures and animals also appears most needed, because economic returns accrue from goods and CS. The economic responses appear most significant; however, it is well known that prices received by farmers for all goods and consumers much below those pay services. The analysis taken at the farm level needs to incorporate managerial issues, to account for variability in soil quality, herd size, pasture rotations and therefore, responses that may vary substantially from farm to farm. A final issue for research and debate pertains to what is to be paid when intensification leads to improved incomes derived from beef, milk and wood.

INTRODUCCION

La producción ganadera en los trópicos es parte de las condiciones económicas, sociales y culturales locales y es una práctica extensiva en fincas pequeñas, medianas y grandes. El ganado se produce principalmente bajo sistemas extensivos con un número reducido de cabezas por hectárea, pobres métodos de pastoreo, lo cual contribuye a la observada baja productividad. Esta se sintetiza en tasas de parición del 60 por ciento, edad de empadre a los 30 meses, ganancia de peso de los destetes de 300 gramos por día, y una producción de leche por vaca de alrededor de 1200 litros por año.

Los productos logrados en las fincas son los animales vivos, leche y fuerza de tracción. Mantener el ganado como un activo fijo y una protección contra el riesgo, es uno de los principales recursos de las fincas pequeñas. Los sistemas de producción, agregados a la naturaleza de los mercados, que se han caracterizado por precios bajos, llevan hacia la degradación de los recursos naturales. Esto contribuye a la descapitalización y a la tendencia negativa en el ingreso de las fincas ganaderas. Para subsanar en parte estas condiciones, muchos productores generan ingresos con el trabajo fuera de la finca.

El ganado y los ganaderos, desafortunadamente, han tenido una mala imagen con relación a la destrucción de los bosques, atribuyéndoseles el proceso de deforestación para expandir las áreas de pastos. Pocos han reconocido que esto se debió principalmente al escenario creado por las políticas puestas en práctica. Otros pocos han comenzado a redefinir estas políticas para incentivar diferentes formas de crianza de ganado, incluyendo la suplementación, el manejo de potreros más pequeños y los sistemas silvo-pastoriles, de manera que la cría de ganado sea más coherente con los objetivos del aumento de la calidad de los recursos naturales.

RELACIONES ENTRE CAPITALIZACIÓN E INGRESOS

El valor y la productividad de una finca ganadera son mayores si esta tiene árboles, pastos de buena calidad, fuentes limpias de agua, aves silvestres, y suelos con alto contenido de materia orgánica. Estos son activos de capital que permiten que la productividad del ganado sea mayor, pero también, como se discute más adelante, permiten otras actividades.

El proceso de degradación de los recursos de una finca es un indicador evidente de su descapitalización. Lamentablemente ocurre como resultado de una mezcla de factores, pero dos se destacan. El primero es la ignorancia y falta de valoración de los recursos naturales, lo cual conlleva a prácticas erosivas, tala de árboles, cacería, etc. El segundo es la pobreza, la cual conduce a que los propietarios de las fincas o quienes viven en los alrededores, extraen leña, cazan y queman los potreros como medio económico de control de malezas.

La investigación y la evidencia empírica apoyan la noción de que la producción intensiva de ganado en los trópicos puede conducir hacia negocios más rentables, a través de la producción de más cabezas por hectárea, mayor rendimiento de leche, madera y servicios ambientales. Entre los últimos se encuentra la protección de cuencas, el agro-turismo y el almacenamiento de carbono. Desde luego que en este caso se requiere que se adopte una estrategia de capitalización en el mediano plazo.

Las condiciones necesarias requeridas son, el manejo adecuado, así como contar con mercados para los productos y servicios. Ello a su vez solo es factible con motivación y educación de los productores, sus familias y el personal que labora en las fincas.

EL MODELO PARA EL ANÁLISIS

Este documento presenta el resultado de un análisis llevado a cabo en Costa Rica para explorar los beneficios económicos de la intensificación del ganado en pastoreo. El modelo utilizado fue un modelo de programación lineal aplicado a las condiciones de una finca de 70 hectáreas en la Costa Atlántica.

Siguiendo investigaciones recientes, el modelo permitió el almacenamiento de carbono en cercas vivas (bajo crecimiento), reservas forestales (bajo crecimiento), y el almacenamiento de carbono por medio de pastos de raíces profundas. En los primeros dos casos se especificó que el almacenamiento de carbono tomaría lugar en las partes aéreas únicamente. En el caso de los pastos, el almacenamiento de carbono se lograría en el sistema de raíces y en el suelo.

El modelo permitió la interacción de suelos y pasturas en su capacidad de producir alimento y almacenar carbono. La combinación de suelos incluyó tres niveles de calidad de nutrientes y dos niveles de drenaje. No se tuvo en cuenta las consecuencias de riesgo por el almacenamiento de carbono en las partes aéreas, más expuestas a pérdidas debido a las probabilidades de fuego. Y en el caso del almacenamiento en raíces y suelos, estos fueron ajustados por pérdidas por oxidación.

El crecimiento y por lo tanto, el almacenamiento de carbono en el suelo y raíces y en los árboles fue diferente para las estaciones húmedas y secas. Los pastos incluyeron seis especies y el crecimiento de los pastos respondía a la fertilización con nitrógeno. También fue permitida la fluctuación del inventario del ganado, así como la producción de leche por vaca. Se suministró suplementación con alimento concentrado, durante las estaciones húmeda y seca.

CONSIDERACIONES SOBRE LOS MERCADOS

Uno de los factores críticos en la agricultura y la ganadería son los precios de los productos; en este caso el ganado en pié, la leche y la madera. Se incluyeron también precios esperados por tonelada de carbono secuestrado. Estos precios se asumieron fijos y no fue posible incluir condiciones de inestabilidad ni un factor de aversión al riesgo por parte de los productores.

Si bien los mercados para el ganado, la leche y la madera están bien establecidos, este no es el caso del mercado para el servicio de secuestro de carbono. Los mercados para este servicio apenas están emergiendo, y se han dado mas bien relaciones contractuales entre organizaciones experimentalmente “demandantes del servicio” y países oferentes del mismo, en base a precios negociados, pero no definidos en relaciones de mercado.

Se ha asumido que las fincas con ganado bien manejado calificarían para recibir pago por el servicio de secuestro de carbono, en un rango de precio fluctuante entre 1 US\$ y 10 US\$ por tonelada. También se hicieron simulaciones para estimar la intensidad de respuesta a un incremento en el precio de la leche, precio del fertilizante, y cambios en la calidad de la tierra. En este punto no se tomó en

cuenta los costos por la transacción en el mercadeo del servicio de secuestro de carbono, ni castigos por emisiones de nitrógeno y otros gases.

RESULTADOS

Con el propósito de generar algunos indicadores que sirviesen de base para la discusión, el modelo fue resuelto para varios escenarios, especialmente en cuanto a los precios. Al respecto es importante destacar que un modelo como este, o cualquier otro de optimización, no proveen soluciones, solo una guía de los posibles resultados que se pueden alcanzar bajo diversas condiciones. Aquellas simuladas en este caso constituyen solo una muestra de un abanico muy amplio.

Si los productores no fueran recompensados por el almacenamiento de Carbono, sus ingresos provendrían únicamente de la venta de leche, madera o animales vivos. Si el almacenamiento de carbono fuese contabilizado únicamente en las partes aéreas de los árboles, cuando se incremente el precio del carbono hasta \$10 por tonelada, la mejora en el incremento sería marginal. Sin embargo, el ingreso aumentó significativamente cuando el almacenamiento de Carbono fue permitido tanto en las partes aéreas de los árboles, como en las raíces de los pastos y suelos; en este último caso el costo de oportunidad de la tierra se duplicó.

Estos resultados revelan que existe un potencial importante para que los ganaderos generen ingresos complementarios ofreciendo el servicio de secuestro de Carbono. Desde luego que en este caso los factores críticos son la permanencia y ausencia de riesgo de pérdida del Carbono secuestrado y el precio a recibir por el mismo.

Como respuesta a la simulación de un precio más alto de la leche, el aumento en el ingreso neto fue aún más significativo, que al aumentar el precio del Carbono. El resultado se dio a partir de un manejo intensivo de los pastos en las tierras más productivas, así como el incremento en el tamaño del hato y la compra de suplementos alimenticios externos, para aumentar la productividad de las vacas. En este caso se dio además un efecto complementario, pues la mayor fertilización de los suelos permitió un mayor desarrollo de los pastos (y de su sistema radicular) y por lo tanto un mayor secuestro de carbono por unidad de área.

El aumento en el precio de la carne, no proporcionó respuestas significativas. Ello se debió en parte a la poca respuesta que se podía alcanzar al corto plazo en cuanto a ganancias de peso. Debe reconocerse que la especificación del modelo en este aspecto tenía algunas limitaciones para simular respuestas de este tipo.

El subsidio del 50% en el precio del fertilizante trajo consigo importantes resultados con relación a la asignación de recursos, mejoras en el ingreso neto, productividad en los pastos, producción de leche y la cantidad de carbono almacenado. Este escenario es interesante por cuanto una de las políticas desterradas es el subsidio a los precios de los fertilizantes; pero en el caso de los pastos este subsidio se podría justificar en la medida que el secuestro de Carbono sea igual o mayor que la contaminación que se genera con el dióxido de Carbono, por no tener precios más altos para los combustibles.

IMPLICACIONES PARA FUTURAS INVESTIGACIONES

Estos resultados revelan cuatro aspectos importantes para futuras investigaciones. Primero, es fundamental tener datos estimados mejorados para diferentes tipos de pastos, tipos de suelos y condiciones agro-ecológicas. Esto debe también incluir diferentes combinaciones de pastos con especies de árboles de diferentes rangos de crecimiento y densidad por unidad de área. También es importante contabilizar el almacenamiento de carbono en partes aéreas, raíces y suelos, dada su alta sensibilidad en respuesta al manejo y los precios.

Segundo, también parece muy necesario, disponer de modelos en los que se capten las interacciones entre pastos y animales, ya que la economía de la finca devenga utilidades de los bienes (animales vivos y leche) y del almacenamiento de carbono. Esto debería incluir en particular las relaciones dinámicas a través del tiempo, de manera que se pueda contabilizar el Carbono en todos los puntos donde es almacenado y estimar su curva de acumulación asintótica.

Tercero, las respuestas a los precios parecen ser significativas, sin embargo, es bien conocido que los precios que reciben los finqueros por sus bienes y servicios, son mucho menores que aquellos pagados por los consumidores. El análisis deberá contabilizar los costos de transacción en todos los mercados.

Cuarto, el análisis hecho en el ámbito de la finca debe incorporar asuntos de manejo, para contabilizar la variabilidad en la calidad del suelo, el tamaño del hato, la rotación de pastos y por lo tanto, responder a las variantes sustanciales de finca a finca. La implementación de programas de secuestro de Carbono en áreas de producción intensiva de ganado, es una tarea más laboriosa que si se hace en áreas reservadas para bosques o grandes plantaciones. En las primeras interactúan el ganado, los pastos, los árboles y las personas; en los segundos solo los árboles.

Un tema final para la investigación y el debate se refiere a lo que se va a pagar cuando la intensificación en las fincas ganaderas conduzca a mejorar los ingresos derivados de la carne, leche y madera. También, si la intensificación conduce hacia una mayor arborización, lo cual hace a la finca más atractiva para el agroturismo. Además, la intensificación permite contenidos más altos de materia orgánica en el suelo. Esto hace que la tierra sea más productiva y más valiosa en el futuro. La pregunta entonces es, quién se beneficia de la intensificación y el secuestro de Carbono? Si el finquero está recibiendo todos los beneficios, no hay razón para pagarle por el almacenamiento de carbono. Si la sociedad se beneficia, porque el finquero almacena el carbono emitido por la industria, o la contaminación en general, entonces él está suministrando un beneficio que debe ser compensado.

Cuadro 1. Resultados de la Intensificación en Fincas Ganaderas

Variable	Unidad	Pcw = 0	Pcw = 10	Pcw = 10	Pcw = 4	Pcw = 4	Pcw = 4
		Pcp = 0	Pcp = 0	Pcp = 10	Pcp = 4	Pcp = 4	Pcp = 4
		Pm = 0.20	Pm = 0.20	Pm = 0.20	Pm = 0.20	Pm = 0.30	Pm = 0.20
		Pf = 50%					
Ingreso Neto/Finca	US\$	9.678	10.023	23.284	14.381	26.968	15.03
Ingreso Neto/Área	US\$	138.26	143.19	332.63	205.4	385.27	214.47
Ingreso Bruto	US\$						
Ganado		1.698	1.698	1.982	1.97	2.561	2.396
Leche		6.708	6.708	7.83	7.801	13.918	9.468
Madera		2.205	2.205	1.982	2.205	2.205	2.205
Almac. Carbono			0.998	4.924	1.547	1.793	1.59
Precio de sombra en tierra fértil	US\$/ha	49.04	50.8	119	70.3	125	70.96
Tamaño del hato	UA/ha	0.85	0.85	0.99	0.99	1.28	0.99
Compra de alimento concentrado	Kg./UA	2.67	2.67	2.7	2.7	3.24	2.7

Aprovechamiento Agroforestal y Servicios Ambientales (Captura De Carbono) En Comunidades Indígenas De Chiapas, México

GUILLERMO JIMÉNEZ FERRER, LORENA SOTO PINTO, BEN DE JONG, ADALBERTO VARGAS

SUMMARY

The carbon sequestration, through agroforestry systems will allow additional benefits to the peasants families when they obtaining a direct payment by the environmental services (stored carbon sale), besides, it allow to obtain other services and products like timber wood, firewood, etc, to smallholder uses. Agroforestry systems in individual plots was established, selecting for it agricultural areas susceptible to enrich with trees: maize subsequent to fallow, maize with trees (continuous use, without fallow), silvopastoral systems, coffee with shade, diversified plantations and natural regeneration of the forest systems. This article notes that the project has been promoted new practices like the improvement of the shade in coffee plantations or the promotion of silvopastoral systems. The conservation of the mountain areas has been promoted like a strategic resource. The authors suggest that peasant families possibly have acquired new knowledge that allows them to generate new capacities and new expectations. New activities as the wood sale and others services appears like new expectations of the producers.

INTRODUCCION

La conformación de un grupo amplio (organizaciones indígenas-entidades académicas-fuentes financieras y una organización no gubernamental) fueron clave para el desarrollo del proyecto. Este arrancó en 1994 con ocho comunidades indígenas de la Unión de Crédito Pajal Yak'actic, y dos entidades académicas, El Colegio de la Frontera Sur (ECOSUR) y la Universidad de Edimburgo. Tres estudios se realizaron en un inicio: a) evaluación de la captura de carbono por diferentes formas de uso del suelo ; b) Investigación participativa de factibilidad y 3) análisis económico del potencial de captura de carbono a nivel del sur de México . Estas investigaciones permitieron tener la línea de base para arrancar con grupos de productores de diez comunidades campesinas en un nivel piloto. Un grupo de técnicos campesinos de la Unión de Crédito Pajal Yak'actic comenzaron la promoción del proyecto

en sus propias comunidades. Se utilizó una metodología de investigación participativa, combinación del Diagnóstico y Diseño del ICRAF (International Centre for Research in Agroforestry) y la propuesta de Diagnóstico Participativo del GEA (Grupo de Estudios Ambientales). Para su aplicación se realizaron talleres con técnicos campesinos, asambleas comunitarias, recorridos de campo, transectos, observaciones directas y entrevistas.). Más adelante, en 1997 se incorporaron tres organizaciones más: UREAFA (Unión Regional de Ejidos Agrícolas, Forestales y de Agroindustrias de la zona norte de Chiapas), CODESMAC (Coordinadora Estatal de Productores de Café de Oaxaca) y CEPCO (Consejo para el Desarrollo Sustentable de la Selva del Marqués de Comillas), con 16 comunidades; y también se incorporó en el esquema organizativo la agencia no gubernamental AMBIO. Actualmente la experiencia se encuentra en una fase de venta de servicios ambientales (captura de carbono) y creando fondos de reserva.

UBICACIÓN GEOGRÁFICA

El estado de Chiapas se ubica en el sureste de México y tiene una composición pluricultural sustentada en su población indígena (Tzotziles, Tzeltales, Tojolabales, Choles y Zoques). Su superficie es de aproximadamente de 7.5 millones de hectáreas en donde habita un importante población indígenas (45 %). Las tasas de deforestación en el estado de Chiapas, se encuentran entre las más altas de América Latina. El estado cuenta aproximadamente con 3 millones de ha de recurso forestal. La población indígena vive en su mayoría en extrema pobreza, en donde el recurso forestal y la producción de maíz, café y ganado son sus principales sistemas de producción. El proyecto se ha desarrollado principalmente en las regiones montañosas de la etnia Tojolabal, la región tzeltal, la región de la Selva Lacandona y en la región de las montañas del norte-tzotzil de Chiapas.

OBJETIVOS QUE SE PLANTEARON

El planteamiento original del proyecto fue impulsar la captura de carbono como un servicio ambiental en sistemas de producción promoviendo prácticas y sistemas agroforestales. La captura de carbono, a través de la agroforestería permitirá beneficios a los campesinos al obtener un pago directo por el servicio ambiental (venta de carbono capturado) y posibilitar y obtener otros servicios y productos como madera, leña, cultivos agrícolas, etc. para la unidad familiar.

ACTIVIDADES

Los sistemas silvícolas y agroforestales seleccionados

Productores indígenas de Chiapas en conjunto con un colectivo de académicos definieron los sistemas silvícolas y agroforestales a implementar, las especies y los arreglos espaciales y temporales que implementarían, así como las necesidades y los costos para el establecimiento de viveros y de la plantación. Se decidió establecer sistemas agroforestales en parcelas individuales, seleccionando para ello áreas agrícolas susceptibles de enriquecer con árboles, entre ellos: sistemas de maíz con barbecho, maíz de uso continuo (sin barbecho) con árboles, sistemas silvopastoriles, café con sombra,

plantaciones diversificadas y sistemas de regeneración del bosque natural. Se seleccionaron diferentes arreglos consistentes en variados marcos de plantación, diversas especies nativas adecuadas a cada zona y planificación de raleos a diferentes tiempos y según la combinación con los cultivos. Desde 1996, se han establecido un total de 464 parcelas con sistemas agroforestales y 54 parcelas de maíz en asociación con “nescafé” (*Stylobium* sp.). Estas últimas tienen el objetivo de intensificar la producción de maíz, manteniendo la fertilidad del suelo, evitando la quema y la posible competencia por el uso del suelo con las plantaciones.

Las cantidades de captura de carbono dependen del número de árboles plantados. Se estimaron las cantidades de captura para cada sistema según modelos ajustados para la zona templada y la zona tropical. Al mismo tiempo, la Universidad de Edinburgo promovió el proyecto con la finalidad de encontrar compradores de este servicio ecológico. Fue necesario además un estudio sobre la línea de base técnica, económica y social y el planteamiento sobre la metodología a seguir para un futuro monitoreo.

La comercialización de la captura de carbono

En 1997 la Federation Internationale De L'Automobile (FIA) de la Fórmula Uno (corredores de autos), se interesó en comprar bonos de captura de carbono en Chiapas. Se inició la compra con 5500 ton C anuales, considerando el precio de la tonelada de carbono capturada a \$10 usd, incrementando la misma cantidad cada año. Durante 2001 incrementará el 45% de su compra. De esta manera se conformó un Fideicomiso (Fideicomiso Fondo Bioclimático), el cual es administrado por AMBIO, una organización no gubernamental con figura de cooperativa. Actualmente el proyecto se ha ampliado a dos zonas más del estado de Chiapas y una del estado de Oaxaca, para hacer un total de 24 comunidades indígenas. No obstante que muchas otras comunidades quisieran integrarse, el desarrollo del proyecto se ve limitado al no existir todavía compradores formales de este servicio ecológico y al estar detenida la firma del protocolo de Kyoto.

Metas y resultados alcanzados

- El proyecto (vía Fideicomiso Fondo Bioclimático) vende aproximadamente 7,000 toneladas de carbono anualmente. Hasta principios de 2001, se habían vendido 23,000 toneladas en total, con un valor de unos US\$275,000. El Fondo ha desembolsado unos US\$80,000 a los campesinos participantes en el proyecto.
- El principal comprador de carbono capturado ha sido la Federación Internacional Automovilística con un compromiso de 5,000tC por año, durante tres años, a US\$10 por tonelada
- El Fondo busca financiamiento en forma de donativos, y el principal donante, el Department for International Development (DFID), de Gran Bretaña ha invertido US\$325,000 en el desarrollo del proyecto.
- El contrato de venta de CC es de 20 años y los pagos son anuales. Sin embargo, existe una facilidad para adelantar pagos en el contexto de inversiones en la agroforestería.

NÚMERO DE BENEFICIARIOS Y PARTICIPACIÓN EN EL PROYECTO (MUJERES, JÓVENES, VIEJOS)

Se está trabajando en 24 comunidades indígenas, distribuidas en las regiones de los Altos, Norte y las Cañadas/Selva de Chiapas. Unos 300 campesinos (jefes de familia-hombres y mujeres) ya han registrado aproximadamente 42,000 toneladas de carbono capturado (no necesariamente vendido). Se tienen cerca de 500 productores en el fondo de reserva . Las actividades relevantes son:

1. Conversión de pastoreo a plantaciones forestales.
2. Conversión de milpa a sistemas agroforestales, a veces con manejo mejorado de suelos agrícolas,
3. Conversión de bosque degradado a bosque restaurado.

FINANCIAMIENTO***Aporte local:***

Para la fases de investigación y diagnóstico agroforestal han participado en México el Instituto Nacional de Ecología y el Fondo Nacional para Empresas en Solidaridad (FONAES) financiando a organizaciones indígenas como UREAFA S.S.S y la Unión de Crédito Pajal. Asimismo estas fuentes también han apoyado a El Colegio de la Frontera Sur (ECOSUR).

Aporte de otras instituciones:

Recursos de Agencias Internacionales han provenido de la Comisión para Cooperación Ambiental (CCA), de la Agencia de Protección Ambiental (US-EPA), de la Universidad de Edimburgo y de la Interamerican Foundation (IAF) para financiar acciones de investigación y desarrollo al Colegio de la Frontera Sur y las organizaciones indígenas Unión de Crédito Pajal y UREAFA S.S.S. El organismo comprador de servicio ambiental ha sido únicamente la Federación Internacional de Automóviles (FIA).

Cuadro 1. Personal técnico y administrativo involucrado.

Organizaciones Indígenas	Centro de Investigación	ONG y Fideicomiso
1) <i>Unión de Crédito Pajal Zona Tzeltal-Tojolabal</i> : 3 técnicos profesionistas (Agrónomos y forestales) y 5 técnicos campesinos (Prácticos agroforestales)	1) <i>ECOSUR</i> :4 investigadores con nivel doctoral (Agroforestería- Desarrollo Rural-Forestería- Captura de Carbono)	<i>AMBIO (ONG)</i> : 3 técnicos con licenciatura (Agronomía y Bosques); 1 técnico administrativo (Contador)
2) <i>Unión Regional UREAFA Zona Tzotzil-Zoque</i> : 3 técnicos (Agrónomos y Veterinarios) profesionistas y 10 técnicos campesinos (Prácticos agroforestales)	2) <i>Universidad de Edimburgo</i> : 2 Investigadores con nivel doctoral (Cambio climático y Captura de carbono)	<i>FONDO BIOCLIMATICO (Fideicomiso)</i> : 3 técnicos y 2 administrativos

PRINCIPALES PROBLEMAS QUE SE PRESENTARON Y CÓMO SE LOS RESOLVIÓ.***A nivel local/organizaciones:***

1. Vinculación social. El proceso de vinculación entre organizaciones indígenas e instancias académicas es complejo debido a que los participantes en esta iniciativa tienen objetivos y dinámicas diferentes. Se requirió un trabajo profundo de reflexión entre académicos y dirigentes indígenas para definir una estrategia.
2. Comunicación. El lenguaje técnico es apropiado para profesionales y técnicos indígenas, sin embargo los productores hablan su lengua nativa y a menudo se originan malos entendidos sobre la significancia del modelo agroforestal-captura de carbono. Se ha requerido una constante involucramiento y capacitación a técnicos indígenas y dirigentes campesinos y promoción de asambleas grupales / comunitarias para informar.
3. Contexto político de Chiapas. La situación político-religiosa que se vive ha llevado a muchas comunidades indígenas al divisionismo. Se ha implementado una estrategia neutral que promueva las iniciativas comunitarias y organizativas que impulsan el bienestar social de los pueblos indígenas

A Nivel Global:

Mercado y Financiamiento. Entre las principales restricciones del proyecto se encuentra el mercado de servicios ambientales, el cual está en una fase de construcción a nivel mundial y en donde nos se han aprobado los acuerdos de Kioto que permitirían acceder a mejores condiciones.

RESULTADOS E IMPACTOS***Indicadores técnicos***

Se ha promovido nuevas prácticas y sistemas agroforestales como el mejoramiento de la sombra en cafetales o la promoción de sistemas silvopastoriles. Se ha promovido la importancia de la conservación de las áreas de montaña como un recurso estratégico. De las parcelas establecidas con árboles, el 97% resultaron con características óptimas, el 0.5% estuvieron en la categoría de extra-óptimo y solo el 2.3% estuvieron en una condición subóptima.

Indicadores sociales

Se puede observar que los productores han adquirido nuevos conocimientos que les permiten generar nuevas capacidades y nuevas expectativas. También se observa cierto empoderamiento, el cual les ha permitido negociar con el gobierno estatal y federal para el desarrollo de otros proyectos y la consecución de otros recursos económicos, manteniendo una vanguardia entre otros productores. El proyecto es considerado en México como “único” en su tipo y los productores involucrados han adquirido una imagen de campesinos “que cuidan el ambiente”. Este proceso de empoderamiento puede ser identificado por el involucramiento activo de los productores en el intercambio de información

nueva, responsabilidad para la toma de decisiones en todos los niveles del proyecto, creación de nuevo conocimiento y capacidad de organización autogestiva.

Indicadores económicos

Se analizó el beneficio económico para las familias participantes. El destino que le dan a los recursos recibidos por la captura han sido utilizados para cubrir tanto gastos productivos como improductivos, como alimentos, medicinas, útiles escolares, compra de tierras, fertilizantes y herramientas. Nuevas actividades como la venta de madera y una cultura del ahorro aparecen como nuevas expectativas de los productores. Asimismo, la agroforestería permite incrementar valor a la agricultura y evitar la competencia del uso del suelo, así como mantener una producción diversificada

LECCIONES APRENDIDAS

Lo mejor

Las comunidades indígenas y sus organizaciones tienen el potencial para llevar a cabo proyectos complejos. Las instituciones académicas pueden jugar un papel decisivo en acciones de investigación y en el desarrollo de los pueblos indígenas. Los productores se involucraron en el proyecto desde un inicio, y mediante metodologías participativas intercambiaron información con los técnicos, en un proceso de mutuo aprendizaje. Los productores han participado desde el estudio de factibilidad, en la toma de decisiones para la promoción, la ampliación del proyecto, hasta en la administración de los fondos. En el proyecto se ha involucrado a las mujeres, mediante proyectos colaterales que tenían el objetivo no sólo de reforzar el autoabasto, sino de tener una equidad familiar mediante prácticas organizativas y autogestivas.

Lo peor

El mercado de servicios ambientales actualmente depende de los países desarrollados, generando incertidumbre. El proyecto no ha tenido la capacidad de enfrentar problemas y conflictos político-religiosos locales. Este aspecto es grave ya que puede destruir rápidamente los pocos avances de un grupo de trabajo, de una comunidad indígena ó de una organización regional.

Sistemas Silvipastoris Como Alternativas De Desenvolvimento Sustentável Para Regiões Suscetíveis À Degradação Ambiental No Sudoeste Do Estado Do Rio Grande Do Sul

JORGE RIBASKI; MIROSLAVA RAKOCEVIC Y SÔNIA A. GUETTEN RIBASKI

SUMMARY

The establishment of silvopastoral systems in regions most susceptible to environmental degradation constitutes an important alternative of sustainable development. These systems have been visualized as an alternative of land use, mainly in those areas susceptible to degradation, and, also, as a new source of economic added value in the farms through wood exploitation. This article presents an initiative, innovative to the region, which seems coherent with the politics of some international organizations which have the objective of encouraging alternative actions of development, to meet the needs of sustainable development and protection of the environment in developing countries. The silvopastoral systems have the potential to improve numerous underground processes. The trees can influence the amount and availability of nutrients within the root zone, mainly through nutrient recycling and loss reduction due to leaching and erosion. Forestry plantations with species of recognized economic potential, constitute an additional source of income in the properties, contributing to avoid rural exodus and unemployment. The institutions engaged in this research and development effort (*Embrapa Florestas* and *Embrapa Clima Temperado*) have scientific and technological expertise enough to give support and to consolidate a program of forestry and cattle raising on sustainable basis for the region.

INTRODUÇÃO E JUSTIFICATIVA

No Brasil, as regiões tipicamente áridas e semi-áridas, sujeitas à desertificação, se localizam no nordeste do País. Entretanto, no extremo meridional do País, na faixa de transição entre a zona tropical e temperada, existem extensas áreas areníticas que vêm sofrendo uma grande pressão antrópica devido ao aumento dos níveis de utilização, seja através do excesso de pastejo, seja pelo avanço da agricultura

sem medidas de conservação. Isso tem resultado em degradação do ecossistema regional, devido a diminuição da cobertura vegetal que facilita o processo de erosão.

Segundo Souto (1994), as formações arenosas, características dessa região, são bastantes vulneráveis à erosão eólica e hídrica e, atualmente, diversas áreas apresentam importantes núcleos de desertificação. Por outro lado, os solos originados de rochas basálticas, apesar de oferecem melhor rendimento para as pastagens nativas, caracterizam-se pela pequena espessura, com uma profundidade efetiva variando entre 5cm e 50cm e que, em grande parte, são ocupados por pastagens degradadas ou em vias de degradação. Como consequência identifica-se extensões expressivas de áreas com perdas significativas de espécies da flora regional (redução da biodiversidade), em especial daquelas de valor forrageiro.

As formações arenosas abrangem, principalmente, sete municípios do estado do Rio Grande do Sul: Alegrete, Cacequi, Itaqui, Manoel Viana, Quaraí, São Francisco de Assis e São Vicente do Sul, num total de, aproximadamente, 1.400.000 hectares (Souto, 1994). Trata-se de uma área relativamente plana, cujos pontos mais elevados não ultrapassam aos 350 metros sobre o nível do mar. Onde o clima é predominantemente subtropical, com grandes variações térmicas, sendo que em áreas com latitudes médias ocorrem geadas (IBGE, 1998).

A cobertura vegetal é caracterizada pelas formações Estepe Gramíneo-Lenhosa e Savana-Estéptica Gramíneo-Lenhosa. Trata-se de uma região descampada e de domínio de gramíneas tropicais ou subtropicais de produção nitidamente estacional, apresentando algumas de bom ou razoável valor forrageiro, como espécies dos gêneros *Andropogon*, *Paspalum*, *Axonopus*, *Setaria*, entre outras. Esse tipo de vegetação tem uma participação de grande relevância na vida sócio-econômica dos produtores rurais devido à sua exploração como fornecedora de alimento para os rebanhos bovino e de outras espécies de animais domésticos.

No entanto, a falta de aptidão desses solos para agricultura e o uso tradicional da terra para a criação extensiva de gado, têm agravado o processo erosivo, ampliando gradativamente as áreas com vegetação rarefeita e os campos arenizados. Essa degeneração da qualidade ambiental com reflexos negativos nas condições sócio-econômicas têm sido apontadas como as principais causas responsáveis pela queda da qualidade de vida do homem do campo e conseqüentemente o aumento nível da pobreza nessa região. Assim, diante desse fato, pode-se perceber fortes tendências para mudanças significativas na forma de uso dos diferentes sistemas de utilização da terra, onde os aspectos relativos à sustentabilidade ambiental e a criação de novas alternativas sócio-econômicas vêm assumindo importância cada vez maior para os produtores dessa região.

No cenário mundial a importância atribuída aos recursos naturais ganha nova dimensão, principalmente nas relações internacionais expressas nos compromissos da Agenda 21 (Brasil, 1996). Fazendo com que a missão das instituições de pesquisa visem o desenvolvimento sem degradação ambiental, na busca de melhor qualidade de vida e disponibilidade de recursos e oportunidades para um permanente combate às desigualdades sociais. O grande desafio para reverter essa situação está na

capacidade de a sociedade recuperar e preservar seus recursos vitais e romper o ciclo de pobreza decorrente da degradação, abrindo novas oportunidades de empregos e de negócios.

Dentro desse contexto, o emprego de sistemas silvipastoris tem sido visualizado como uma importante alternativa de uso sustentado da terra, principalmente naquelas áreas potencialmente sujeitas à degradação e, também, como uma nova fonte de agregação de valor econômico na propriedade rural através da exploração de madeira. Essa iniciativa, inovadora na região, parece coerente com as políticas de várias organizações internacionais, que tem como objetivo encorajar ações de desenvolvimento atrelados às questões de proteção e de sustentabilidade ambiental, para países em vias de desenvolvimento.

Os sistemas silvipastoris têm o potencial de melhorar os solos por numerosos processos. Em síntese, as árvores podem influenciar na quantidade e disponibilidade de nutrientes dentro da zona de atuação do sistema radicular das culturas associadas, principalmente pela possibilidade de recuperar nutrientes abaixo do sistema radicular das pastagens e reduzir as perdas por processos como lixiviação e erosão, aumentando a disponibilidade desses nutrientes pela sua maior liberação na matéria orgânica do solo (ciclagem de nutrientes), além de contribuir para a fixação de carbono.

A alteração do regime microclimático, induzido pelo sombreamento das espécies arbóreas, pode provocar diferentes respostas de caráter produtivo, qualitativo e ecofisiológico nas espécies presentes no sub-bosque (Ribaski 2000). Algumas espécies podem modificar o posicionamento das folhas e aumentar a eficiência de utilização de radiação (Valladares y Pearcy 2000), enquanto que outras podem se apresentar menos competitivas e se extinguirem sob condições de competição por luz, alterando com isso a biodiversidade e a qualidade da pastagem.

A utilização de árvores nas pastagens constitui ainda uma forma de se repor a cobertura florestal destruída durante o avanço da fronteira agrícola e transformar a paisagem campestre em florestal. O cultivo de espécies florestais de crescimento rápido é lucrativo e, muitas vezes, mais vantajoso de que a produção de grãos e alimentos, particularmente em solos mais pobres. Sob esta ótica os gêneros *Eucalyptus* e *Pinus* já demonstraram viabilidade prática nessas condições locais, constituindo-se em importante referência para plantio comerciais (Marchiori 1992). O pecuarista, por sua vez, além de garantir condições ambientais mais propícias para suas pastagens e criações, garante também um suprimento de madeira, para uso próprio ou para comércio.

Do ponto de vista econômico, a atividade florestal representa 2,2% do PIB do Brasil e foi responsável pelo recolhimento de US\$ 2 bilhões de impostos em 1996 e pelo fornecimento de 20% da energia primária produzida. As exportações do setor de base florestal foram da ordem de 3,3 e 3,5 bilhões de dólares para os anos de 1997 e 1999, respectivamente, com uma participação equivalente a 7,0% das exportações brasileiras (SBS 1998), sendo superadas apenas pela soja (CONAB, 2000).

Essa atividade também tem significativa importância social, pois assegura a manutenção de 700 mil empregos diretos e 2 milhões de empregos indiretos (SBS 1998). Onde, praticamente, não existe sazonalidade de mão-de-obra, pois as demandas caracterizadas pelas diferentes atividades inerentes ao

setor florestal são contínuas ao longo do tempo (produção de mudas, plantio, tratos culturais, desbastes, podas, exploração de madeira e seus subprodutos, etc.). Além do mais, possibilita o emprego de mão-de-obra familiar, notadamente a feminina, que em algumas regiões é tradicional na produção de mudas florestais, promovendo com isso o enfoque de gênero na propriedade.

O Ministério da Agricultura brasileiro, pretende iniciar sua participação no Programa Nacional de Florestas - PNF criado pelo Decreto nº 3420 de 20 de abril de 2000, confirmando a necessidade de formulação e implementação de políticas públicas visando o fomento à produção de florestas plantadas para pequenos e médios produtores rurais. Isto porque: a própria expectativa de escassez futura tem feito o mercado sinalizar aumentos reais de preços para madeira de reflorestamento; há carência de madeira para usos múltiplos não só para venda mas até para o próprio auto suprimento dos produtores rurais; há uma demanda da sociedade para que as leis ambientais sejam cumpridas com maior rigor; há necessidade de se reduzir a pressão sobre as matas nativas; há necessidade de inserir estes produtores de forma organizada no agronegócio florestal de modo a terem acesso à tecnologias adequadas que garantam aumento da produção e produtividade e gerem emprego e renda e melhor qualidade de vida para os mesmos e a sociedade em geral.

Os principais beneficiários da ação direta do projeto serão, a princípio, os pequenos e médios produtores rurais dos municípios de Alegrete e Quaraí, com ênfase naqueles que se dedicam principalmente à atividade pecuária. Ou seja, mais 70% dos imóveis rurais, 2.500 propriedades aproximadamente. Estes dois municípios foram escolhidos para o desenvolvimento das ações-piloto do projeto, em razão das fortes demandas sócio-econômicas e ambientais existentes e por se apresentarem relativamente organizados (grupo de produtores, cooperativas, órgãos de extensão rural e prefeituras). Os beneficiários indiretos são os moradores da região sudoeste do Rio Grande do Sul, representados por mais de 70.000 habitantes e os potenciais parte da população dos países do Mercosul, em particular do Uruguai e da Argentina que possuem condições edafoclimáticas similares.

RESULTADOS ESPERADOS

A implantação de sistemas silvipastoris nas regiões mais suscetíveis à degradação ambiental, constitui-se em importante alternativa de desenvolvimento sustentável, principalmente pelo potencial de combinar benefícios de produção, sociais, econômicos e ambientais. Assim, os resultados e indicadores para avaliar o impacto deste projeto, através de suas ações de pesquisa e desenvolvimento, permitirá:

1. a partir da caracterização da região, das unidades produtivas predominantes e das unidade de demonstração com relação aos aspectos como infra-estrutura produtiva, sistemas de produção, níveis de produtividade, uso da mão-de-obra, retorno econômico e serviços ambientais, comparar e estimar os benefícios sociais (destacando-se a geração de empregos e o papel da mulher na formação dos sistemas de produção), econômicos e ambientais obtidos pelas ações desenvolvidas neste projeto;

2. critérios e indicadores de análise e de interpretação entre os componentes físicos, químicos e biológicos de forma a determinar a eficiência do uso e do manejo florestal e silvipastoril no processo de contenção da degradação do ecossistema Savana/Estepe do Rio Grande do sul.
3. Indicação de espécies florestais de maior eficiência e adaptabilidade no ecossistema Savana/Estepe (nas formações areníticas e basálticas), assim como para atender as necessidades na composição de sistemas silvipastoris, numa perspectiva comum de melhoria do bem estar do produtor com a conservação dos recursos naturais.

O reflorestamento em pequenas e médias propriedades rurais, através dos sistemas silvipastoris, pode representar um importante papel futuro, tanto na produção de madeira para uso diversos, como na conservação ambiental. Propiciando ainda, acréscimos de renda, bastando uma política adequada de fomento e condições para que esses pequenos produtores, reunidos em associações possam agregar valor à madeira, inserindo-se no mercado nacional e internacional, em condições vantajosas.

O plantio de espécies florestais com reconhecido potencial econômico, além de se constituir uma fonte de renda adicional na propriedade, contribui para evitar o êxodo rural e o desemprego. A atividade florestal deve propiciar a este segmento uma melhoria da qualidade de vida, com um alcance social mais justo.

A implantação deste projeto permitirá melhorar a capacidade técnica de recursos humanos, tanto dos membros e parceiros como do grupo sócioeconômico alvo, visando atender a sociedade que cada vez se mobiliza e participa exigindo soluções dos problemas em relação as questões ambientais, sociais e econômicas. Assim, a aplicação do enfoque de análise e de interpretação permitirá a formação dos recursos humanos, em aspectos como:

1. análise do estado atual e de risco de degradação dos solos da fragilidade natural e o do mau uso do recurso solo do ecossistema campestre do sudoeste do Rio Grande do Sul, através de
 - a) identificação e cartografia das áreas potencialmente mais suscetíveis a degradação;
 - b) conhecimento e caracterização da vegetação ocorrente, bem como sua dinâmica de fluxo gênico para a conservação ambiental e para fins produtivos e,
 - c) quantificar os elementos climáticos que influenciam a erosão hídrica e eólica.
2. desenvolvimento de métodos de estabelecimento de povoamentos florestais e de melhoria de eficiência técnica, através de:
 - i. indicação e seleção de espécies florestais com potencial para formação de sistemas silvipastoris para produção de serviços ambientais, de alimentos e madeira, de forma de agregar valor econômico na propriedade rural e na região de abrangência do projeto.
 - ii. conhecer a arquitetura das espécies florestais consideradas no sistema silvipastoril, visando aumentar a eficiência de utilização da radiação solar e avaliar a influencia das

espécies arbóreas no microclima, na fertilidade do solo e na disponibilidade e valor nutritivo da forragem produzida.

Em tempo de globalização, os recursos naturais ganham nova dimensão, fazem que a missão das instituições de pesquisa visem o desenvolvimento sem degradação ambiental, na busca de melhor qualidade da vida e a disponibilidade de recursos e oportunidades para um permanente combate as desigualdades sociais. A ação antrópica não ajustada a vocação ambiental da região sudoeste do Rio Grande do Sul provocou sérios problemas de sustentabilidade ambiental, bem como a conjuntura econômica global.

Por fim, mas não menos importante, vale ressaltar que as instituições envolvidas no projeto detém conhecimentos científicos e tecnológicos significativos que poderão reverter essa situação e dar importante contribuição na consolidação de um programa de incentivo à produção florestal de modo sustentável em pequenas e médias propriedades rurais.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Brasil. Congresso Nacional. Senado Federal. 1996. Conferência das Nações Unidas sobre o meio ambiente e desenvolvimento: agenda 21. Brasília: Sbsubsecretaria de Edições Técnicas.
- Companhia Nacional de Abastecimento CONAB. 2000. Indicadores da agropecuária, ano IX.
- Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística IBDF. 1998. Censo agropecuário 1995 -1996.
- Marchiori, JNC. 1992. Areas Do Sudoeste Do Rio Grande Do Sul: Elementos Para Uma História Natural. *Ciência E Ambiente*. 3 (n.s.): 65-89.
- Ribaski, J. 2000. Influência da algaroba (*Prosopis juliflora* (SW.) DC.) sobre a disponibilidade e qualidade da forragem de capim-búfel (*Cenchrus ciliaris* L.) na região semi-árida brasileira. Tese Doutorado. Curitiba, Universidade Federal do Paraná. 165p.
- Sociedade Brasileira de Silvicultura. 1998. O setor florestal brasileiro: fatos e números. São Paulo, 18p.
- Souto, JJ. 1994. Experiência na região de Alegrete no Rio Grande do Sul. In Pereira, VP; Ferreira, ME; Cruz, MCP. eds. Solos altamente suscetíveis à erosão. Jaboticabal, FCAV - UNESP, p.169-179.
- Valladares, F; Percy, RW. 2000. The role of crown architecture for light harvesting and carbon gain in extreme light environments assessed with a realistic 3-D model. *Anales Jadin Botanico De Madrid* 58 (1): 3-16.

Comentarios

VESALIO MORA (COSTA RICA)

Con respecto al comentario de Paola Agostini, creo que la adopción de nuevas tecnologías dependerá de la seguridad que podamos darle a los productores que dicho cambio será mejor que lo que hacen en la actualidad, y que es sostenible económicamente como para mantener a su familia y sin poner en peligro la herencia de sus hijos.

El pago de los servicios ambientales, debe darse principalmente en un alto porcentaje en especie, en semillas de pastos mejorados, en picadoras de pasto, en materiales para infraestructura sencilla pero eficiente, en sub- productos elaborados para mejorar la alimentación de los animales y, un pequeño porcentaje en efectivo que le permita al productor inversiones menores en su finca. Si premiamos a los productores que protejan y conserven el ambiente, y lo hacemos con medios que le permitan una mayor producción y productividad, los cambios se sucederán con suma facilidad.

La falta de adopción de tecnologías por los productores es debido en gran medida a la falta de resultados claros de los innovadores (científicos), que demuestren en fincas que la idea que se les está vendiendo es mejor que la actual y segura en el tiempo.

No es suficiente pagar al productor por el beneficio ambiental, también debemos brindarle las herramientas necesarias para que siga protegiendo el ambiente, aún sin pago por servicio ambiental.

MARIE-NOEL DE VISSCHER (FANCIA)

Me gustaría saber más acerca de "pagos a los productores por servicios ambientales", lo que significa concretamente para el productor? ¿Quién paga? y cuales son los criterios de evaluación de los servicios ambientales producidos ?

Además la experiencia con los agricultores europeos enseña que son sobre todo productores y no aceptan fácilmente estar restringidos u obligados a tener un papel en el manejo y conservación del medio ambiente o de los paisajes. Así, para el agricultor, el mejor pago por servicios ambientales es la mejora de sus ingresos ligados a sus actividades de productor. Que les parece?

OLMAN SEGURA BONILLA (COSTA RICA)

Si me permiten responder a mi también algo simple y directo, aquí tenemos concretamente la experiencia de Costa Rica. En resumen quiero enfatizar que los PSA no son impuestos, sino pagos!

Marie-Noel pregunta:

Me gustaría saber más acerca de "pagos a los productores por servicios ambientales", lo que significa concretamente para el productor? Lo que significa para el productor es que la sociedad empiece a reconocer los servicios ambientales que también sus agroecosistemas están produciendo. En general la sociedad tenía por entendido que el agua nunca se terminaría o que el aire era totalmente libre. Ahora entendemos que para poder mantener estos servicios ambientales debemos estimular, incentivar y pagar la producción de los mismos. Para el productor será entonces el reconocimiento -no solo mediante valores éticos- sino valores monetarios y algunas veces no monetarios de su producción.

¿Quién paga? El que debe pagar es el usuario del servicio. Por ejemplo, si existe una represa hidroeléctrica al final de una cuenca, y que por lo tanto sus dueños están interesados en que su materia prima, en este caso agua, permanezca produciéndose con la misma calidad y cantidad, pues deben pagar a los que mantienen la cobertura forestal y el uso del suelo adecuado -quizás una mezcla forestal-agrícola- de las partes altas de la cuenca.

Y cuales son los criterios de evaluación de los servicios ambientales producidos? Muchos serán los criterios. Depende de cual servicio estemos hablando, ejemplos en CR son el mantenimiento del ciclo hídrico, captura y fijación de carbono, belleza escénica y conservación de la biodiversidad, de acuerdo con nuestra ley. Pero otros países y otros usuarios podrían valorar otros servicios y de hecho pagar los mismos.

Finalmente, como se desprende de lo expresado aquí, se trata de un PAGO del servicio ambiental entre dos personas o entes privados. Uno que lo produce y otro que lo utiliza. NO es un IMPUESTO, ni tampoco un INCENTIVO, ES UN PAGO!! El Gobierno puede servir de intermediario para el cobro y el pago correspondiente --como lo hace en el caso de Costa Rica-- pero no necesariamente tiene que ser sí. Es más, el gobierno podría cobrar por los trámites de cobro, administración y pago, pero igual lo podría ejecutar otro ente que tenga la credibilidad correspondiente.

LOS MODERADORES

A los Participantes:

En lo que va de la conferencia, pero en particular en esta semana, se han levantado temas de gran importancia para valorar la viabilidad de que en las fincas con sistemas silvopastoriles se puedan ofrecer servicios ambientales, en especial el servicio de secuestro de Carbono. Tres de esos temas los quisiéramos poner a mayor discusión con participación de toda la audiencia y para motivar a los propios autores de los documentos de referencia presentados.

Primero, el tema de los riesgos para el oferente y el demandante del servicio de secuestro de Carbono. Como asegurarle al productor que la inversión que hace para secuestrar Carbono, es la base de un ingreso estable? Por otro lado como asegurarle a quien compra el servicio, que el productor lo hará en forma continua, es decir que no quemará el bosque o que cambiará de cultivo o que lo abandone? Que hay de la condición asintótica del secuestro de Carbono y sus implicaciones para los pagos?

Segundo, cuanta atención debemos ponerle al tema de los costos de la medición y el monitoreo? Como afrontar la disyuntiva entre métodos simples y mediciones gruesas a bajo costo y las mediciones sofisticadas de alto costo? Cuanto se deja de medir en relación a cuanto se ahorra en el primer caso respecto al segundo?

Y tercero, el concepto del balance neto de gases, en particular CH₄ y CO₂. Por un lado la cuantificación del Carbono secuestrado por los árboles y pastos y por otro el Metano generado y expulsado por los animales. Debe hacerse este balance? Existen algunas experiencias de estas mediciones? Ha sido el tema objeto de análisis para definir una política en cuanto al pago de servicios ambientales?

Esperamos sus comentarios sobre estos y otros interesantes temas que han sido expuestos en los artículos y en los comentarios hasta ahora ofrecidos.

RAÚL R. VERA (CHILE)

El asunto que ustedes levantan es importante y complejo por las numerosas interacciones y "trade-offs" involucrados. Me parece que es un tema ideal para el desarrollo de modelos de simulación matemática que en base a las mediciones detalladas que existen, puedan generalizar y "jugar" con diferentes escenarios. ¿Alguien lo ha hecho, o está haciendo?

VESALIO MORA (COSTA RICA)

Quisiera referirme a la necesidad de realizar balance de gases en los SSP, porque bien podríamos estar asegurando que un determinado sistema es un almacenador de C, cuando en realidad es lo contrario. Solo pensemos en que en plantaciones silvícolas la aplicación de fertilizante es de 210 kg hasta la edad de 4 años, con una densidad de 1100 plantas ha⁻¹, lo que representa una emisión de 0.46 toneladas en equivalentes de C, como resultado de la liberación de N₂O, además, por cada kg de fertilizante nitrogenado producido se emiten 1.5 kg C. Entonces, si tomamos una tasa de fijación de Carbono promedio de 2.3 tC, la fijación neta será ligeramente superior a 1.5 tC ha⁻¹ año⁻¹

En los SSP, otra importante fuente de emisión son los rumiantes, tanto por el CH₄ (rumia y excretas) como por el N₂O (excretas). Ambos afectados por la calidad de la dieta de los animales. Las experiencias de trabajos sobre balances brillan por su ausencia en la literatura científica, y en el caso de la emisión de CH₄, algunas ecuaciones empleadas son cuestionadas por su grado de precisión.

Recientemente he concluido una experiencia sobre balance de GEI en SSP de lecherías de altura, en el mismo comparo 3 ecuaciones de predicción de emisión del CH₄, Moe y Tyrrel, Shibata y las del grupo del IPCC. Al parecer por los resultados, las 2 primeras subestiman las cantidades liberadas de este gas.

Por otro lado, la emisión de N₂O también se consideró tanto para la emanado por los fertilizantes como excretado por los rumiantes, según el consumo de proteína cruda de los mismos. Como parte de los sumideros se consideró el suelo (M.O.y D.A.), la hojarasca del pasto y los árboles, la fijación del pasto y los árboles.

Al parecer los SSP son sumideros netos de Carbono, a pesar de la calidad de las dietas de los animales y de los niveles de fertilización que se manejan en las explotaciones lecheras.

Entonces, considero de suma importancia la realización del balance de gases, para determinar la efectividad real del SSP y, poder compararlos con otros sistemas para definir su importancia real en el secuestro y emisión de los GEI, y así poder tomar en cuenta los SSP para el PSA.

DANILO PEZO (FILIPINAS)

Los moderadores traen a discusión tres aspectos fundamentales, que tienen que ver con la implementación de políticas referentes a la retribución al productor por Servicios Ambientales, lo cual en el fondo es la clave del éxito o fracaso de una iniciativa de este tipo.

En semanas anteriores mencioné la necesidad de buscar la EQUIDAD en la distribución de los beneficios por pago de servicios ambientales. Estamos claros que esto de por sí constituye un reto social importante, pero a la vez complica los procedimientos de CERTIFICACION. Cuando hablamos de certificación nos referimos a la constancia de que el servicio ambiental está siendo ofrecido por un determinado finquero, grupo de productores o comunidad. En esto no es sólo importante definir SI ofrece o NO el servicio, y por cuánto tiempo lo ofrece (efecto del cambio de uso), sino la calidad del mismo (cantidad de carbono secuestrado o balance neto de gases).

En este sentido hay varias preguntas por responder (algunas de ellas indicadas en la contribución de Carlos Pomareda):

1. Cuál es el ente que debe CERTIFICAR? Organismos gubernamentales, ONG's, Empresas Privadas? Quién regula la distribución de esos pagos, para que el mismo llegue a todos los que contribuyen al mejoramiento del ambiente a través de esos mecanismos?

2. Sobre qué bases se establece la Certificación?

Obviamente los costos de medición indicados por Muhammad Ibrahim (monitoreo cuesta US\$30/ha, y el pago al productor puede ser de US\$5-10/ha) dejan claro que no es posible una

medición directa cuando se quiera implementar el pago, por lo que se hace necesario definir mecanismos indirectos para estimar la "calidad de servicios ambientales" prestados.

Los tipos de pastos, suelos, leñosas y sistemas de uso deben ser entre otros factores el punto de inicio para hacer las estimaciones, pero dentro de estos es necesario calificar mejor 'CONDICION'. Mi sugerencia es que quienes están investigando en este campo, documenten niveles de biomasa aérea y radicular, buscando relaciones entre estas y la cantidad de C secuestrado, pues a la larga esa información facilitará el desarrollo de mecanismos de valoración de los servicios ambientales prestados.

3. Pasando al "balance neto de gases" (una contribución muy válida y valiosa de Alfonso Giraldo), tenemos mediciones directas de las emisiones de metano para dietas como las

usadas en los sistemas practicados en América Tropical, o estamos partiendo de estimados basados en ecuaciones desarrolladas en la zona templada? Todas las que conozco parten de composición química de los alimentos, ignorando muchas veces interacciones entre alimentos, y desarrolladas a partir de dietas evaluadas en las zonas templadas.

Alguno ha visto datos en la literatura sobre emisión de metano en dietas que incluyen el uso de follaje de árboles / arbustos tropicales? Por último, cuán cerca de la realidad latinoamericana está la manipulación de la población ruminal vía inoculación de bacterias capaces de metabolizar metano, por ejemplo?

Pido disculpas a los moderadores por la extensión del comentario, pero el tema es interesante y muchas veces se me imposibilita encontrar el tiempo para contribuir a la conferencia, aunque leo cada una de las contribuciones.

VILMA AMPARO HOLGUIN (COLOMBIA)

He tenido la oportunidad de leer algunos comentarios y me parece pertinente enviar este para contribuir a la discusión sobre este tema.

El pago de Servicios Ambientales (PSA) es una retribución directa a los propietarios de la tierra, por la producción de bienes y servicios ambientales, a diferencia de los incentivos que eran retribuciones indirectas, vía excepciones tributarias. En América Latina, el PSA tiene su antecesor en los Incentivos Forestales. El PSA en Costa Rica se origina a raíz de los acuerdos de la Cumbre de la Tierra (Río de Janeiro en 1992), específicamente con los enunciados del Convenio de Cambio Climático. En Costa Rica el concepto de pago de servicios ambientales, se sustenta en el principio que los propietarios de bosques y plantaciones forestales, recibirán pagos como una medida de compensación por los servicios que estos ecosistemas brindan a la sociedad y a la comunidad internacional en general. Tales servicios pueden ser: secuestro de carbono, belleza escénica, biodiversidad y calidad del agua. Si bien hasta ahora el PSA se ha probado en Bosques y plantaciones comerciales, también en agroecosistemas se generan tales servicios y bienes ambientales, por lo cual el pago también debe extenderse hasta estos productores: los agricultores que en sus fincas conservan biodiversidad, secuestran carbono, cuidan el agua y mantienen paisajes bellos. Además los países en vías de desarrollo deberían tomar medidas en cuanto a como va a funcionar la venta de estos servicios, ya que estos pueden convertirse en una forma de ver como los países desarrollados justifican su contaminación sin realmente hacer nada por disminuirla.

ALBERT SCHRAM (COSTA RICA)

Estimados colegas:

Una reacción directa a la intervención de Olman Segura. La intervención didáctica sobre servicios ambientales en la discusión fue muy útil. Representando el punto de vista de muchos economistas en Costa Rica.

Sin embargo, me quedan algunas inquietudes. Primero, el énfasis que el pago por servicios ambientales NO es un subsidio, me parece un sofisma. Es una transferencia de dinero por parte del Estado, o una organización semi-estatal, a ciertos propietarios de bosque. Desde el punto de vista de la economía de la regulación ambiental el instrumento es un subsidio. El Estado Costarricense lo paga por la Ley Forestal del 1996 (como único estado en la región centroamericana), en parte con fondos de la recaudación de un impuesto a la gasolina.

Segundo, decir que es una carga o tasa y se paga por la "cantidad" de servicios ambientales, asume que se pueda cuantificar esta "cantidad". Lastimosamente, hasta ahora los economistas ambientales en 50 años no han desarrollado métodos muy exactos que pueden determinar el monto y durarán unos años más por hacerlos. (Por la versión escéptica de Jack Knetsch en Yearbook of Environmental Economics 2000/2001).

En conclusión, "servicios ambientales" son una compensación a los propietarios por una externalidad positiva que producen los bosques. Los montos ahora fijados, no son basados en estudios exhaustivos y por lo tanto bastante arbitrarios. Por esta razón y en base a la experiencia de pago por servicios ambientales en Costa Rica, será difícil extender un sistema de subsidio a productores o ganaderos que producen otro tipo de externalidades positivas.

FERNANDO MADALENA (BRASIL)

Podrían el Sr. Vesalio Mora u otros participantes darnos una indicación de como se hacen las mediciones de gases?

DANILO PEZO (FILIPINAS)

Estimados moderadores:

Muy valioso el aporte de Vesalio Mora sobre el balance neto de gases. Tomar este enfoque holístico puede ayudar a una mejor valoración de las contribuciones ambientales (positivas o negativas) de los sistemas ganaderos en general ... si es que tenemos los estimados adecuados.

La duda que me surge del comentario de Vesalio es sobre qué base él ha definido que las ecuaciones de Moe & Tyrrel y de Shibata subestiman la emisión de metano? Tiene mediciones directas? El procedimiento de medición requiere de la captación del metano emitido por el ganado y su posterior cuantificación, y no estoy seguro si dispone del equipo para hacerlo. Si su comentario surge de las comparaciones con los estimados usando las ecuaciones del grupo IPCC, uno podría también decir que éstas sobrestiman la emisión, al no tener mediciones directas que sirvan de referencia.

Esto me lleva a insistir que algunos de los grupos de investigación en nutrición de rumiantes en América Latina u otras áreas tropicales, deberían poner esfuerzo en "validar" las ecuaciones disponibles sobre emisión de metano, pero trabajando con dietas propias de los sistemas practicados en los trópicos. Para propósitos de modelaje (como ha sugerido Raúl Vera), esas ecuaciones son necesarias.

VESALIO MORA (COSTA RICA)

Señor Madelena y demás participantes, un gusto poder comunicarme con ustedes. La medición de los gases en condiciones de campo es bastante complicada, además de los problemas de hallar personal de laboratorio capacitado para la detección de los mismos en el laboratorio, estos fueron los problemas que encontré con la realización de mi investigación.

Pero permítame decirle, que mediante la ayuda de algunas ecuaciones se puede estimar con suficiente precisión la emisión del CH₄ y el N₂O. Para CH₄ comparé 3 métodos con la ayuda de las ecuaciones Moe y Tyrrel (J. Dairy Sc 62:1583-1586, 1979), Shibata (Animal Science and Technology 64:8 - 790-796, 1993), IPCC y EPA (www.epa.gov/globalwarming/us20001/annex-j.pdf). Para el N₂O trabajé con EPA (anexo k 2001). Para estos cálculos se considera la calidad del pasto, la condición fisiológica de los animales, la calidad de la leche, y las horas de trabajo de los animales. Si Ud. desea mayor información con gusto se la enviaré.

LUIS A. GIRALDO (COLOMBIA)

Deseo hacer unas precisiones a los comentarios del Dr. Pezo: Las afirmaciones que he efectuado, parten de las mediciones directas de las emisiones de metano para dietas en sistemas tropicales de pastoreo (e.g. *P. clandestinum*, *B. dictyoneura*, entre otras) y en SSP (*P. clandestinum* + *A. decurrens*, incluso con diferentes niveles de suplementación con concentrados comerciales), además de (*B. dictyoneura* + *A. mangium*), usando el sistema RUSITEC (Equipo de simulación ruminal). Utilizando diferentes proporciones de gramíneas y arbóreas. Las emisiones de metano en estos casos son sensibles a la proporción de cada componente en la mezcla y al tipo de mezcla en caso de SSP.

Por otro lado, nuevamente "del dicho al hecho hay mucho trecho". La información preliminar en la manipulación ruminal, nos permite visualizar que las bacterias metanogénicas aisladas, sus sustratos principales son el hidrógeno y el dióxido de carbono, para producir metano. Por otro lado las dietas forrajeras cuyos productos de la fermentación tienen más ácido acético emiten menos metano, en cambio las de alto butírico y propiónico emiten más metano. Pero lo más sorprendente es que otros grupos de bacterias compiten con las metanogénicas por los sustratos antes mencionados. Por tanto, aumentando la población de otras bacterias no metanogénicas, éstas compiten por los sustratos que requieren las metanogénicas, obteniendo como resultado menos emisión de metano. Nuestras pruebas iniciales, así lo confirman.

Obviamente, ello está todavía lejos de ser realidad para ser implementado, pero si creemos que abre posibilidades de manipulación ruminal hacia el futuro. Esperamos en poco tiempo publicarlo, puesto que en estos momentos estamos recolectando datos de campo, es información muy reciente y cruda.

Gracias

VESALIO MORA (COSTA RICA)

Gracias por los comentarios de los Sres. Danilo Pezo y Fernando Madelena.

Conocedor de las condiciones del medio científico costarricense, el Dr. Pezo comenta bien sobre la duda de si las mediciones se hicieron en forma directa. Definitivamente no, no contamos con el equipo requerido para ello. Porqué Moe - Tyrrel y Shibata subestiman la emisión del CH₄ ? Bueno para Moe y Tyrrel me baso en la comparación de modelos "mecanísticos" y ecuaciones de regresión para la predicción de producción de CH₄, realizada por Benchaar, *et al.* (1998), en la que mencionan lo pobre de la dicha predicción R²=0.42 y con un error de predicción del 33.7%. En el caso de Shibata, es una propia interpretación, dados los similares valores reportados en Moe y Tyrrel, además de las pocas condiciones (consumo M.S.) en que se basa Shibata para predecir la emisión de CH₄. Por qué las ecuaciones del IPCC y la EPA ? Bueno, porque los valores obtenidos en mi investigación concuerdan con los logrados por otros investigadores que trabajaron con técnicas como la SF₆ (Westberg, *et al.* 1994; Ulyatt y Lasse, 1999; Johnson, *et al.* 1994).

Lo ideal sería tener mediciones directas, claro está; pero aún empleando éstas los reportadores de los resultados muestran dudas, debido a lo difícil de la técnica y lo diferente de las condiciones de campo en que estarían los animales.

IVAN ZAMBRANA

Estimados colegas, tengo una pregunta al Sr. Vesalio Mora.

¿Alguna vez se ha estimado comparativamente la emisión de metano de fuentes naturales (*e.g.* pantanos) con respecto a la emisión por parte de ganado? ¿En que magnitud tiene un efecto significativo en términos ecológicos?

Gracias por su atención.

Cuarta Sección: Mercados Y Marco Regulatorio Para Servicios Ambientales

INTRODUCCION A LA SECCION

Los cuatro artículos que se presentan como material de referencia para esta sesión nos ofrecen la oportunidad de conocer, por un lado casos concretos, y por otro la naturaleza del problema en cuanto a un mercado global, en el contexto de las relaciones Norte-Sur.

En esta ocasión, no vamos a ofrecer a los participantes un resumen de cada artículo; pero vamos a destacar tres aspectos que surgen de estos trabajos. Consideramos que el conjunto de temas que se abordan son complejos e invitamos a los participantes a leer los documentos y a exponer sus apreciaciones.

El primer aspecto se refiere a la necesidad de hacer una diferenciación en cuanto al servicio específico que se ofrece, y por lo tanto, la naturaleza de ese servicio. Surgen entonces preguntas como: existe ese mercado? hay compradores de ese servicio? cuanto están dispuestos a pagar? etc.

El segundo aspecto se refiere a los pasos que deben darse en un país específico para "crear" oferentes y demandantes del servicio en referencia. Por ejemplo, las normas nacionales para el servicio de protección de cuencas, y en tal caso, que hacer por parte del Estado para "fomentar" dicho mercado. El tercer aspecto se refiere a los mercados de naturaleza global, como por ejemplo, el mercado para el servicio de secuestro de Carbono. En este caso el demandante del servicio, puede ser un emisor de Carbono en el mismo país o en otro. Los principales emisores son actores privados (conductores de vehículos, fábricas) en países desarrollados. En este caso el marco regulatorio es de cobertura Multilateral. Que esperar en tal caso y que hacer al respecto?. Anticipamos que ésta reflexión motive mucha discusión.

LOS MODERADORES

Oportunidades Y Requisitos Para El Pago De Servicios Ambientales A Proyectos De Desarrollo Limpio

LUCIO PEDRONI

SUMMARY

In tropical regions, emissions sequestration by afforestation, reforestation, and natural revegetation, and emissions reduction from slowing deforestation and improving forest management can substantially contribute to climate change mitigation. In developing countries, these activities are thought to be among the most cheapest GHG emission abatement options, which makes them particularly attractive for low-cost climate change mitigation. Despite these potential advantages, projects of Land Use, Land Use Change and Forestry (LULUCF) are among the most controversial issues of the Kyoto Protocol discussion. In Bonn (July, 2001), the Conference of the Parties (COP) decided that “afforestation” and “reforestation” shall be the only eligible categories of LULUCF projects under the Clean Development Mechanism (CDM) during the first commitment period (2008-2012). This was a disappointing decision for some Latin American countries. The deeper roots of this decision were, of course, political and economical. On the other hand, one must acknowledge that the international debate surrounding LULUCF for climate change mitigation brought some critical issues of this type of activities under the spotlight. These issues are discussed by Lucio Pedroni, who notes that any project in the LULUCF sector, and any attempt to renegotiate LULUCF, will have to offer convincing answers to these critical issues. His paper also discusses requirements for LULUCF projects under the CDM, methodologies for the calculation of credits for GHG emission sequestration by biological sinks, and requirements of schemes for the payment of environmental services (PES). At the end, the discussion on requirements for the implementation of the CDM and PES provides some light on what we can expect from these mechanisms as means to promote sustainable development.

INTRODUCCIÓN

Aproximadamente 20% de las emisiones antropogénicas de Dióxido de Carbono (CO₂) son originadas por la deforestación y degradación de los bosques tropicales (IPCC 2001). A pesar de eso, la sexta Conferencia de las Partes (COP6) de la Convención Marco sobre el Cambio Climático (CMCC)

decidió excluir del Mecanismo de Desarrollo Limpio (MDL) los proyectos de conservación de bosques, manejo sostenible de bosques y otras opciones de uso de la tierra, cambio de uso de la tierra y forestales (LULUCF) durante el primer periodo de compromiso (2008-2012). Entre las opciones excluidas se encuentran también el manejo de los suelos agrícolas y de las pasturas, es decir opciones que el IPCC (2000) señaló con potencial para reducir y secuestrar emisiones de gases de efecto invernadero (GEI). Por el momento, solamente los proyectos de forestación y reforestación son elegibles bajo el MDL (en los países en desarrollo), mientras que no hay prácticamente ninguna restricción en cuanto al uso de actividades en el sector LULUCF para la mitigación del cambio climático en los países del anexo 1 (los países desarrollados).

¿Tiene justificación esta diferencia? ¿Es compatible con los principios fundamentales de la CMCC, tales como el principio de equidad? Sin duda, con sólo las plantaciones forestales dentro del MDL, los países en desarrollo han visto esfumarse una gran oportunidad para financiar proyectos de conservación y manejo sostenible de bosques tropicales y proyectos de manejo de suelos agrícolas y pasturas.

Durante las negociaciones sobre la implementación del Protocolo de Kioto surgieron muchas dudas sobre el uso de actividades en el sector LULUCF para mitigar el cambio climático, especialmente en relación con el MDL. Al fin, estas dudas fueron instrumentales para decidir por fuertes restricciones en el sector LULUCF para el MDL.

¿Deben, América Latina y los países en desarrollo en general, conformarse con esta decisión? O – más bien - ¿Deben intentar una renegociación del LULUCF en el MDL? ¿Cuáles implicaciones tienen los argumentos en contra del LULUCF en el MDL para el diseño y la implementación de los proyectos? ¿Cuáles oportunidades reales ofrece el MDL en este momento? A continuación se intenta responder a estas preguntas.

RESPONSABILIDAD COMÚN PERO DIFERENCIADA

En 1992 se adoptó la Convención Marco sobre el Cambio Climático (CMCC). Esta Convención reconoce que el cambio climático es un problema común de toda la humanidad, pero que la responsabilidad de los países, en cuanto a las causas humanas del cambio climático y, por lo tanto, de las medidas que se deben tomar para contrarrestarlo, son diferenciadas.

Los países desarrollados (del anexo 1 de la CMCC) tienen mayor responsabilidad histórica por el cambio climático, y mayor capacidad para asumir los costos de las medidas de mitigación y adaptación que se están haciendo necesarias. Por eso, cuando se adoptó el Protocolo de Kioto en el año 1997, estos países tuvieron que asumir compromisos voluntarios y cuantificados de reducción de emisiones de gases de efecto invernadero (GEI). Estos compromisos, y los países que los asumieron, se indican en el anexo B al Protocolo de Kioto. Al contrario de la CMCC, el Protocolo de Kioto no ha entrado en vigencia todavía, faltando, hasta la fecha, la ratificación de un número importante de países, especialmente aquellos del anexo B.

Los compromisos de reducción de misiones de GEI asumidos por la humanidad hasta la fecha no son suficientes para lograr un efecto significativo de mitigación del cambio climático. Sin embargo, los compromisos del Protocolo de Kioto serían muy significativos, en términos políticos y económicos, si realmente se cumplirán.

Para poder demostrar el cumplimiento de sus metas de reducción de emisiones, los países del anexo B deben contabilizar todos los flujos de GEI atribuibles a sus actividades económicas. En principio, deben contabilizar las emisiones y el secuestro de emisiones de GEI en todos los sectores de sus economías. Esto es necesario para evitar que las reducciones de emisiones que se contabilizan se hagan a costa de mayores emisiones en sectores no contabilizados. Por esta razón, la no-restricción en el sector LULUCF de los países desarrollados tiene su justificación.

Los países en desarrollo tienen menor responsabilidad histórica por el cambio climático. También, se les reconoce el derecho de recuperar su atraso en desarrollo, algo que lastimosamente no podrán lograr sin aumentar sus niveles de emisiones de GEI. Por estas razones, los países en desarrollo no han tomado compromisos cuantificadas de reducción de emisiones de GEI para el primer periodo de compromiso (2008-2012) del Protocolo de Kioto. Sin embargo, con el Mecanismo de Desarrollo Limpio (MDL), pueden dar su contribución a la mitigación del cambio climático asistiendo a los países del anexo B con proyectos de reducción de emisiones de GEI implementados conjuntamente.

CUESTIONES CRÍTICAS PARA LOS PROYECTOS EN EL SECTOR LULUCF

La decisión de excluir proyectos de conservación y manejo de bosques del MDL parece restar importancia a la magnitud del problema de la deforestación y degradación de los bosques tropicales en el mundo y a sus implicaciones para el cambio climático. Sin entrar en las razones políticas y económicas más profundas de esta decisión, es preciso conocer los cuestionamientos que se han hecho alrededor de los proyectos en el sector LULUCF. En efecto, cualquier proyecto que se proponga en este sector, y cualquier intento de renegociar la decisión sobre LULUCF, deberán ofrecer respuestas convincentes a estos cuestionamientos. De éstos, los más importantes son los siguientes:

1. No-permanencia
2. Adicionalidad
3. Fugas (en inglés: "leakage")
4. Riesgos e incertidumbres
5. Impactos sociales y ambientales
6. Escala

No-permanencia

En cualquier momento, el Carbono almacenado en un ecosistema natural puede volver a la atmósfera a causa de una perturbación natural o una acción deliberada del hombre. Incendios, cosechas, cambio de uso de la tierra, ataque de plagas, etc. hacen que, tarde o temprano, todos los "sumideros" naturales de

Dióxido de Carbono (CO₂) se vuelvan "fuentes" de GEI. La reversibilidad de las emisiones secuestradas en ecosistemas naturales es el problema de la non-permanencia.

La no-permanencia de las emisiones secuestradas o del Carbono almacenado en un ecosistema es la desventaja más seria de los proyectos en el sector LULUCF para mitigar el cambio climático (Chomitz 2000; IPCC, 2000).

La no-permanencia es un problema controlado en los países del anexo B. Estos países deben mantener los flujos netos de GEI hacia la atmósfera por debajo de un monto asignado definido por cada período de compromiso. Por lo tanto, estos países deben compensar las fuentes de GEI en el sector LULUCF mediante la creación de nuevos sumideros o mediante reducciones adicionales de emisiones de GEI en los otros sectores de la economía.

La situación es muy diferente para los países que no son del anexo B – los países en desarrollo. Estos países no tienen montos asignados de emisiones (AAs), puesto que no asumieron compromisos cuantificados de reducción de emisiones. Por lo tanto, no tienen un mecanismo que compensaría las emisiones de GEI que podrían darse después de que los proyectos en el sector LULUCF hayan generado Certificados de Emisiones Reducidas (CERs).

Adicionalidad

Por su propia cuenta e interés, los países en desarrollo implementarán una serie de proyectos en el sector LULUCF, aun sin el MDL. Es un requisito del MDL que los proyectos que se implementen para mitigar el cambio climático sean el resultado de un esfuerzo adicional, es decir que no se estarían implementando en ausencia del MDL.

Es muy difícil determinar - a priori y en contra de los hechos - que un proyecto MDL es adicional a lo que hubiera sucedido de todos modos sin el MDL. También es difícil demostrar que los fondos utilizados para los proyectos no hubieran sido invertidos - sin el MDL - en otros proyectos de desarrollo. Sin embargo, es necesario evitar que los países del anexo B alcancen sus metas de reducción de emisiones obteniendo créditos por actividades que de todos modos se hubieran implementado, ya que así no estarían contribuyendo a la mitigación del cambio climático. También es importante evitar, y esto ya quedó establecido en la CMCC, que los países desarrollados reduzcan sus aportes financieros para la cooperación al desarrollo para financiar proyectos de mitigación del cambio climático.

Para determinar su adicionalidad, cada proyecto debe construir una línea base de las emisiones que ocurrirían sin el proyecto y confrontarla con el nivel de emisiones proyectado bajo los diferentes escenarios del proyecto.

Tanto para los países desarrollados, que se benefician de las emisiones reducidas o secuestradas por un proyecto MDL, como para los países en desarrollo, que se benefician de la inversión extranjera en el proyecto, existe un incentivo para exagerar las emisiones de la línea base. Por lo tanto, el diseño de los proyectos - incluyendo el estudio de la línea base - debe ser validado por una agencia certificadora acreditada por las autoridades internacionales del MDL. Asimismo, las emisiones reducidas o

secuestradas por el proyecto, deben ser certificadas por una de estas entidades, antes de que se puedan emitir los Certificados de Emisiones Reducidas (CERs).

A pesar de los requisitos de validación y certificación, el juicio sobre la adicionalidad de un proyecto contiene inevitablemente elementos en contra de los hechos y por lo tanto subjetivos. El uso de métodos estadísticos para determinar la probabilidad de adicionalidad de un proyecto ha sido sugerido como una manera de tomar en cuenta la incertidumbre relacionada con la determinación de la adicionalidad (Meyers 1999). Sin embargo, cualquiera que sea el método de su determinación, la adicionalidad siempre puede ser cuestionada.

Fugas ("leakage")

Los proyectos tienen fronteras claramente definidas en el espacio y en el tiempo, pero sus impactos económicos, sociales y ambientales - incluyendo las emisiones de GEI - no tienen fronteras predecibles.

Un proyecto puede ser muy exitoso en controlar la deforestación en una determinada área geográfica, pero las personas que antes del proyecto tumbaban y quemaban el bosque en esta área posiblemente tendrán que desplazar sus actividades a otro lugar, donde la deforestación y las emisiones de GEI podrían incrementarse.

En el caso de las plantaciones forestales, elegibles bajo el MDL, es posible que se haga necesario deforestar terrenos afuera del área del proyecto para reemplazar las áreas de cultivo o de pastoreo ocupadas por la nueva plantación.

Este tipo de -fugas- es un fenómeno que puede ir más allá de las fronteras de un país. Incluso, la creciente globalización de los mercados puede implicar que un proyecto MDL estimule mayores importaciones de productos forestales, o de otro tipo, desde países muy lejanos. En estos países lejanos la explotación y, eventualmente, la degradación y deforestación de los bosques podría incrementarse y, con ello, las emisiones de GEI.

En prácticamente cualquier tipo de actividad LULUCF es posible identificar un riesgo potencial de fugas. Las fugas pueden anular completamente los esfuerzos de un proyecto para reducir o secuestrar emisiones de GEI. Por lo tanto, cualquier proyecto MDL debe cuantificar su riesgo asociado de fugas. Sin embargo, prever y controlar las fugas es muy difícil de hacer, especialmente cuando se toman en cuenta aspectos de mercado y el comercio.

Riesgos e incertidumbre

Estimar cuantas emisiones de GEI pueden ser secuestradas, o están almacenadas, en un bosque, en un sistema agro-silvo- pastoril, o simplemente en un componente de estos ecosistemas durante un período de tiempo determinado, es un desafío técnico y científico. Sin embargo, siempre es posible realizar algún tipo de estimación. Quizás más difícil, pero absolutamente necesario, es dar un estimado cuantitativo de los errores asociados con estas estimaciones.

La "incertidumbre" asociadas a los proyectos LULUCF se refiere al problema de cuantificar los beneficios de un proyecto en términos de emisiones reducidas o secuestradas. También, se refiere a los

supuestos que inevitablemente están asociados con los estimados de línea base. A ello se suman los factores de "riesgo", tales como los incendios, las invasiones de tierra, las plagas, y muchos otros factores que pueden impactar negativamente sobre los objetivos de reducción o secuestro de emisiones de GEI de un proyecto.

Cuantificar los impactos probables de estos factores de riesgo, tanto para la línea base como para los escenarios de proyecto, es sumamente difícil de hacer. Sin embargo, también ésta es una tarea a la cual tendrán que entregarse todos aquellos que quieran proponer proyectos de pago de servicios ambientales, particularmente bajo el MDL.

Impactos sociales y ambientales

Maximizar la reducción o el secuestro de emisiones de GEI en el sector LULUCF no representa siempre la mejor opción ambiental y socio-económica. En particular, dentro de las opciones de forestación y reforestación elegibles bajo el MDL, se temen impactos sobre la diversidad biológica, las sociedades locales, el balance hídrico de las cuencas, y la belleza escénica del paisaje.

Existen reportes de plantaciones forestales establecidas a costa de violaciones de derechos humanos y de derechos tradicionales de posesión de la tierra por poblaciones indígenas y locales (World Rainforest Movement and Friends of the Earth 2000; Lohmann 2000). También existen estudios que prueban que plantar especies de rápido crecimiento, especialmente coníferas, puede causar falta de agua durante los períodos de sequía. Una baja del nivel freático y la desaparición de cursos de agua relacionados con plantaciones forestales han sido reportados en países tan diversos como Chile, Tailandia, Brasil, India y Suráfrica (World Rainforest Movement and Friends of the Earth 2000).

Finalmente, incentivos para plantaciones pueden estimular la deforestación de bosques naturales (Hartshorn *et al.* 1983; Fundación Neotrópica 1991) y la sustitución de ecosistemas naturales de praderas o humedales, de gran valor para la biodiversidad, con monocultivos arbóreos destinados al secuestro de emisiones de Dióxido de Carbono.

Escala

Por lo general, secuestrar o reducir emisiones de GEI en países en desarrollo es mucho más barato que hacerlo en países desarrollados. Sin embargo, como la mayor contribución al cambio climático proviene del uso excesivo de los derivados del petróleo y del carbón mineral, es imprescindible invertir en el desarrollo y en la adopción de tecnologías limpias, especialmente en el sector de la energía. Como estas opciones pueden ser decenas de veces más costosas de las actividades en el sector LULUCF de los países en desarrollo, especialmente cuando se implementan en los países desarrollados, se teme que los países del anexo B preferirán alcanzar sus metas de reducción de emisiones mediante inversiones en proyectos LULUCF en los países en desarrollo. De tal manera, no se estaría haciendo ninguna inversión para desarrollar e implementar tecnologías más amigables con el ambiente y para reducir los patrones de consumo de los hidrocarburos y del carbón mineral.

Durante la sexta COP en Bonn (julio, 2001) este problema fue prácticamente resuelto poniendo un límite cuantificado, y muy significativo, a la cantidad de CERs que podrán ser generados bajo el MDL en el sector LULUCF.

REQUISITOS PARA PROYECTOS MDL

Los requisitos para proyectos MDL están en proceso de formulación y serán publicados de manera oficial una vez que la Conferencia de las Partes (COP) haya logrado un acuerdo.

Sin embargo, la discusión anterior, y las diversas iniciativas que han tomado empresas certificadoras tales como SGS, GCU y GFA Terra Systems ya son buenos indicios de las exigencias que habrá que satisfacer en la preparación e implementación de los proyectos MDL.

El Protocolo de Kioto establece que las emisiones reducidas (o secuestradas) por los proyectos MDL deberán ser certificadas. El estado actual de las negociaciones deja prever que la certificación y la emisión de los Certificados de Emisiones Reducidas (CERs) se harán a posteriori, es decir una vez que las emisiones de GEI hayan sido reducidas o secuestradas por el proyecto. Además, antes de ser aceptados bajo el MDL, los proyectos tendrán que ser validados por una entidad acreditada por las autoridades internacionales del MDL. El proceso de validación consiste en una revisión del diseño del proyecto y en una recomendación para registrar el proyecto bajo el MDL, siempre y cuando el diseño del proyecto cumpla con todos los requisitos del MDL.

Algunas empresas certificadoras han seguido muy de cerca las negociaciones sobre la implementación del Protocolo de Kioto. No solamente han tomado la iniciativa de validar algunos proyectos - aun sin estar acreditadas para ello todavía - sino que también ya han formulado sus propios estándares de validación. Los estándares de SGS (2000) (Gareth 2000), GCU (2001) (Rumberg 2001) y GFA Terra Systems (Kapp 2001) están claramente diseñados para evaluar los puntos críticos discutidos anteriormente (en el acápite 3). Además, presentan una serie de criterios para evaluar los requisitos formales del MDL y la capacidad gerencial, técnica, y financiera del ente ejecutor del proyecto.

De acuerdo con el Protocolo de Kioto, el MDL tiene dos objetivos: asistir a los países del anexo 1 en el cumplimiento de sus metas de reducción de emisiones, y contribuir al desarrollo sostenible de los países que hospedan los proyectos. Durante la sexta COP sobre la CMCC se decidió que por respeto a la soberanía de cada país, los países en desarrollo tienen la prerrogativa de decidir si un proyecto MDL contribuye o no a su desarrollo sostenible.

Conociendo la necesidad de divisas extranjeras de los países en desarrollo y las prácticas administrativas de algunos gobiernos de estos países, es posible que esta decisión abra la puerta a proyectos con impactos socio-económicos y ambientales negativos, sobre todo para las comunidades locales y los sectores sociales menos favorecidos.

Sin embargo, en los estándares de validación de los proyectos de secuestro o reducción de emisiones de GEI propuestos por las certificadoras arriba citadas es evidente la presencia de criterios sociales y ambientales para prevenir impactos negativos sobre las comunidades locales y el ambiente.

Por otro lado, como no existe un requisito formal de adicionalidad socio-económica y ambiental para los proyectos MDL, no queda claro, hasta el momento, si las certificadoras tendrán realmente un motivo para rechazar proyectos con impactos socio-económicos y ambientales negativos. Tampoco queda claro si un proyecto ya validado y registrado bajo el MDL podrá generar CERs cuando, a posteriori, se le comprobarían adicionalidad en emisiones reducidas o secuestradas, pero también impactos socio-económicos y/o ambientales negativos.

CÁLCULO DE LOS CRÉDITOS POR EMISIONES REDUCIDAS O SECUESTRADAS

El producto final de los proyectos MDL son las emisiones reducidas o secuestradas: los Certificados de Emisiones Reducidas (CERs). En la determinación de la cantidad de CERs atribuible a un proyecto en el sector LULUCF hay por lo menos tres factores que deben ser tomados en cuenta:

1. Los GEI secuestrados o no emitidos.
2. La no-permanencia del secuestro o de la reducción de las emisiones.
3. Los factores de incertidumbre, riesgo y fugas.

Los GEI:

Además del dióxido de carbono (CO₂), el Protocolo de Kioto reconoce otros GEI. Entre ellos, el Metano (CH₄), el Óxido Nitroso (N₂O), los Hidrofluorocarbonos (HFC), los Perfluorocarbonos (PFC) y el Hexafluoruro de Azufre (SF₆). El potencial de calentamiento global de estos gases es muy distinto. Para tomar en cuenta las diferencias en potencial de calentamiento global de los GEI se calcularon factores de equivalencia con respecto al CO₂. Por ejemplo, para un período de residencia en la atmósfera de 100 años, 1 tonelada de CH₄ es equivalente a 21 toneladas de CO₂, y 1 tonelada de N₂O es equivalente a 310 toneladas de CO₂ (World Bank 1998). Por lo tanto, la cantidad de CERs que se generan al reducir 310 toneladas de emisiones de CO₂ es igual a la cantidad de CERs que se obtiene por reducir 14.76 toneladas de emisiones de CH₄ o 1 tonelada de emisiones de N₂O.

La no-permanencia:

Una molécula de CO₂ emitida por un carro en un país del anexo B puede ser compensada por una molécula de CO₂ secuestrada por un proyecto LULUCF en un país en desarrollo solamente si el tiempo en que el átomo de Carbono de la molécula de CO₂ secuestrada permanece fijado en el proyecto es igual (o superior) al tiempo de residencia en la atmósfera de la molécula de CO₂ emitida por el carro.

De la discusión anterior sobre non-permanencia resulta obvio que estos tiempos no son siempre iguales. Por lo tanto, la cantidad de créditos (CERs) que un proyecto LULUCF puede generar no es necesariamente igual a la cantidad de CO₂ secuestrada. En este momento hay por lo menos tres propuestas metodológicas ("accounting modalities") para calcular la cantidad de CERs que deben ser atribuidos a un proyecto en el sector LULUCF (SGS 2001). Al respecto, la COP no ha tomado una decisión todavía. Sin embargo, es necesario que los CERs generados por los diferentes proyectos en el sector LULUCF sean calculados utilizando una metodología común. Esta "accounting modality" debe

asegurar la equivalencia entre los CERs generados por los diferentes sectores (LULUCF y energía) y la equivalencia de los CERs con los AAs ("Assigned Amounts") y ERUs ("Emission Reduction Units") de los país del anexo B.

Incertidumbres, riesgos y fugas:

Las incertidumbres asociadas a los supuestos de línea base y a los estimados de emisiones reducidas o secuestradas; los riesgos de emisiones asociadas a incendios, plagas, cambio de uso de la tierra y otros factores de riesgo; y el impacto de las fugas sobre las emisiones en otros lugares, obviamente deben ser tomados en cuenta a la hora de atribuir un beneficio para la mitigación del cambio climático a un proyecto específico. También en este caso, no existe todavía una decisión de la COP sobre los métodos que deben ser empleados para tomar en cuenta todos estos factores en el cálculo de los CERs atribuibles a un proyecto.

Sin embargo, existen propuestas metodológicas que ya se han probado en algunos proyectos. Una propuesta es descontar de las emisiones totales secuestradas o reducidas una reserva ("buffer") proporcional a los niveles cuantificados de incertidumbres, riesgos y fugas. SGS ya ha aplicado este método en una decena de proyectos. En estos proyectos, la cantidad de emisiones reducidas o secuestradas no certificables (puesta en reserva) para respaldar las incertidumbres, riesgos y fugas ha sido muy variable, pero siempre bastante significativa. En algunos casos, la reserva superó el 60% de las emisiones totales secuestradas o reducidas por el proyecto (SGS, 2000^a y 2000b) (Gareth 2000a y 2000b). Sin embargo, si a posteriori se comprobaría una reducción de las incertidumbres, riesgos y fugas asociadas al proyecto, una parte de la reserva (del "buffer") podría ser liberada para la emisión de CERs.

SISTEMAS DE PAGOS POR SERVICIOS AMBIENTALES

De la discusión anterior resulta evidente que para muchas empresas, comunidades y propietarios de fincas pequeños es muy difícil cumplir con todos los requisitos del MDL y aun así percibir algún tipo de beneficio por los proyectos. Es obvio, que para tener acceso a los fondos del MDL serán necesarios esfuerzos importantes, incluso financieros. Por lo tanto, solamente empresas grandes, comunidades bien desarrolladas y organizaciones gubernamentales y no gubernamentales fuertes tendrán la capacidad de preparar y coordinar la implementación de proyectos MDL. Se espera que algunos de estos proyectos puedan abarcar a numerosas entidades pequeñas que sin un proyecto sombrilla no tendrían acceso a los beneficios del MDL.

Preparar proyectos MDL que beneficien a pequeños propietarios, empresas y comunidades implica diseñar algún tipo de sistema de pagos por servicios ambientales. Hasta la fecha existen muy pocas experiencias con este tipo de sistemas. Un ejemplo bien conocido es el sistema de pagos por servicios ambientales de Costa Rica. Sin embargo, sobre el diseño y los problemas de implementación de sistemas de pagos por servicios ambientales no ha habido todavía una discusión tan amplia como aquella que se dio durante las negociaciones sobre la implementación del Protocolo de Kioto. Por lo

tanto, una idea muy clara de los requisitos para estos tipos de sistemas no ha podido cristalizarse todavía. Esto recalca la necesidad de evaluar críticamente las experiencias existentes, con el fin de encontrar sus fortalezas y sus debilidades. Incluso, para poder aprender lecciones nuevas y poder diseñar sistemas más efectivos y eficaces, sería necesario experimentar con sistemas nuevos, bajo condiciones políticas, socio-económicas y ecológicas distintas.

Si el desarrollo sostenible exige eliminar las actuales restricciones a las opciones LULUCF elegibles bajo el MDL y planificar la venta nacional e internacional de otros servicios ambientales (tales como la diversidad biológica, el agua, la belleza escénica, y la prevención de los desastres naturales) sería oportuno invertir en el diseño de experimentos para el pago de diversos servicios ambientales, sin limitarse a actividades específicas dentro del sector LULUCF.

Con el fin de estimular la discusión sobre este tema, y sin pretender ser exhaustivo, he aquí una propuesta de criterios que deberían tomarse en cuenta en el diseño de un sistema de pagos por servicios ambientales.

1. Calidad antes de cantidad: Los mercados para servicios ambientales son incipientes y todavía inseguros. Solamente ofreciendo servicios de calidad verificable, cuantificada y certificada por entidades creíbles se logrará mejorar la voluntad de pago del consumidor local, nacional e internacional. Por lo tanto, una preocupación de resolver los problemas de non-permanencia, adicionalidad, incertidumbres y riesgos, fugas e impactos socio-económicos y ambientales debería acompañar todos los esfuerzos que se hagan para cuantificar los servicios ambientales o para definir productos de mercado con funciones análogas a los CERs.
2. Factibilidad: Los requisitos técnicos y financieros de un sistema de pago por servicios ambientales deben asegurar la calidad del sistema y de sus productos. Sin embargo, cumplir con estos requisitos no debe ser tan difícil que los numerosos actores pequeños que podrían potencialmente ofrecer los servicios ambientales quedarían excluidos del sistema por no poder cubrir el costo de la preparación de los proyectos.
3. Incorruptibilidad: La verificación de los servicios ambientales y la generación de los productos de mercado (como los CERs) no puede ser dejada a la discreción de individuos o instituciones. Un sistema de pago por servicios ambientales debe contar con un mecanismo de validación, verificación y certificación de los servicios ofrecidos o con algún otro tipo de mecanismo que evite la corrupción del sistema.
4. Adicionalidad Es necesario evitar que los recursos financieros de un sistema de pago por servicios ambientales se destine a subsidiar actividades que ya se están implementando o que se implementarían aun sin el pago de los servicios ambientales.
5. Compatibilidad: Muchas veces las actividades del sector LULUCF están sostenidas por diversos tipos de incentivos. Debe evitarse que incentivos para actividades incompatibles (tales como la protección de bosques y el manejo forestal) sean otorgados al mismo tiempo y a

la misma finca. Un sistema de pago por servicios ambientales debe ser coordinado intersectorialmente y contar con un sistema de monitoreo efectivo.

6. Equidad: El sistema de pago por servicios ambientales implementado en Costa Rica recompensa cada proyecto que entra al sistema con el mismo monto por hectárea. Este sistema tiene la ventaja de ser muy práctico, puesto que hace innecesario cuantificar los servicios ambientales. Sin embargo, este sistema no reconoce que los costos de oportunidad asociados a los proyectos son muy distintos, como lo son los servicios ambientales que estos proyectos proporcionan.
7. Sostenibilidad: Una vez establecido un sistema de pagos por servicios ambientales, los servicios pagados se vuelven productos (intangibles) con valor de mercado. Por lo tanto, el servicio se corta cuando el sistema deja de pagarlo.

Un sistema de pagos por servicios ambientales necesita de una fuente sostenible de financiamiento, por lo menos durante el tiempo necesario para que la generación de los servicios ambientales se torne parte del escenario de una línea base futura y sostenible sin pagos. Es muy improbable que los países en desarrollo destinen una parte de sus escasos recursos financieros para asegurar servicios ambientales de importancia global. Por lo tanto, el énfasis de estos programas debe estar en la exportación de servicios ambientales de importancia global y en la venta nacional, o hasta local, de servicios ambientales de importancia para sectores y empresas nacionales específicas (tales como los embalses y las empresas eco-turísticas) que podrían estar necesitando estos servicios.

CONCLUSIONES

Con tantos requisitos para los proyectos MDL y para los sistemas de pago por servicios ambientales es pertinente preguntarse cuáles son las oportunidades reales para fomentar el desarrollo sostenible en el sector LULUCF mediante el pago de servicios ambientales.

Dentro del MDL, las plantaciones forestales representan solamente una opción entre otras. El uso energético de cualquier producto de biomasa o del gas Metano que puedan ser producidos sosteniblemente en el sector LULUCF son opciones que deben ser tomadas en cuenta. Tales opciones incluyen proyectos para procesar y reutilizar los desechos de la industria forestal y agrícola. Estos proyectos, a pesar de involucrar actividades en el sector LULUCF, son elegibles bajo el MDL porque - para fines del Protocolo de Kioto - se suscriben al sector energía, y no al sector LULUCF.

Sin embargo, más relevante del puñado de opciones actualmente elegibles bajo el MDL es - quizás - la apuesta hacia el futuro que mediante diversas iniciativas privadas y gubernamentales se estén dando tanto en los países en desarrollo como en los países desarrollados. La visión que las autoridades gubernamentales, los empresarios y los líderes de las ONGs tengan en cuanto al potencial de desarrollo de los servicios ambientales es de importancia crítica. Iniciativa y espíritu innovador son los requisitos necesarios para implementar proyectos que permitan conquistar la confianza de los compradores

internacionales y nacionales de los servicios ambientales y así aumentar su voluntad de pago para estos servicios.

Pensar en una renegociación de la decisión sobre LULUCF en el MDL no es conveniente hasta que se hayan multiplicado las experiencias - y las evidencias - de que los países en desarrollo, con sus socios internacionales en los proyectos, pueden resolver las inquietudes de non-permanencia, adicionalidad, fugas, riesgos e incertidumbres, e impactos sociales y ambientales.

Otro camino posible, para los países en desarrollo, es negociar una entrada parcial en el anexo B, con condiciones favorables para cubrir los costos incrementales que resultarían de la adquisición de un compromiso cuantificado de reducción de emisiones de GEI en todo el sector LULUCF.

Al fin y al cabo, ¿Porqué no proponer una entrada en el anexo B de los "hot spots" de biodiversidad del mundo, de las "reservas de la biosfera" y de otros "patrimonios de la humanidad", aún que sean compartidos por diversos países, o que representen porciones incompletas de los territorios nacionales?

GLOSARIO / ABREVIACIONES

AAs: Assigned Amounts (cantidad de emisiones asignadas a los países del Anexo B).

Anexo1: Listado de países desarrollados de la CMCC.

AnexoB: Listado de países con compromisos cuantificados de reducción de emisiones de GEI del Protocolo de Kioto CERs Certified Emission Reductions (emisiones reducidas certificadas).

COP: Conferencia de las Partes.

CMCC: Convención Marco sobre el Cambio Climático.

ERUs: Emission Reduction Units (unidades de emisiones reducidas).

GEI: Gases de efecto Invernadero.

LULUCF: Land Use, Land Use Change and Forestry (uso de la tierra, cambio de uso de la tierra y actividades forestales).

MDL: Mecanismo para un Desarrollo Limpio.

ONG: Organismo No Gubernamental.

BIBLIOGRAFIA

Chomitz, KM. 2000. Evaluating carbon offsets from forestry and energy projects: how do they compare? World Bank Development Research Group. (Manuscript)

Fundación Neotropical, 1991. Análisis de los incentivos y desincentivos para la reforestación y el manejo del bosque natural en Costa Rica. San José, Costa Rica. CEDAO, 131 p.

Gareth, P. 2000. SGS GEI Project Eligibility Criteria. Version 2. Société Générale de Surveillance (CGS) (comunicación personal).

- Gareth, P. 2000a. Río Cóndor Forest Carbon Project. Executive Summary. Société Générale de Surveillance (CGS) (comunicación personal).
- Gareth, P. 2000b. Kilombero Forests Limited, Mafinga, Tanzania. Executive Summary. Société Générale de Surveillance (CGS) (comunicación personal).
- Gareth, P. 2001. Forestry Issues outstanding from COP 6. Société Générale de Surveillance (CGS) and International Emissions Trading Association (IETA) (comunicación personal).
- Hartshorn, G; Hartshorn; L. Atmella, A; Gómez, L; Mata, A; Mata, L; Morales, R; Ocampo, R; Pool, D; Quesada, C; Solera, C; Solorzano, R; Stiles, G; Tosi, J; Umaña, A; Villalobos, C; Wells, R. 1983. Costa Rica, Perfil Ambiental, Estudio de Campo., San José, Costa Rica, Centro Científico Tropical, 151 p.
- Kapp, G. 2001. Planung und Durchführung von Forstprojekten als zertifizierte Kohlendioxid-Senken. In Schulte, A; Böswald, K; Joosten, R. eds. Forstwirtschaft nach Kyoto. Wald und Holz als Kohlenstoffspeicher und regenerative Energieträger. Aachen, Germany, . Shaker-Verlag, p.93-104.
- Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC). 2000. IPCC Special Report: Land Use, Land Use Change and Forestry.
- Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC). 2001. Third assessment report. Climate Change 2001 (en línea). Disponible en <http://www.ipcc.ch/>
- Lohmann, L. 2000. The carbon shop: planting new problems. (en línea). Disponible en <http://www.wrm.org.uy/english/plantations/material.htm>
- Meyers, S. 1999. Additionality of emissions reductions from clean development mechanism projects: issues and options for project-level assessment. Berkeley, CA, Lawrence Berkeley National Laboratory.
- Rumberg, M. 2001. Validation, Verification and Certification Service for Sustainable Carbon Offset Projects in the Forestry Sector. Gerling Cert Umweltgutachter. (comunicación personal).
- World Bank. 1998. Greenhouse Gas Assessment Handbook. A Practical Guidance Document for the assessment of Project-level Greenhouse Gas Emissions. (Environment Department Papers No. 06).
- World Rainforest Movement and Friends of the Earth, 2000. Planting Problems: Trees, Carbon, Money, People and Power. Workshop report of the fourth session of the Intergovernmental Forum on Forests. (en línea). Disponible en <http://www.wrm.org.uy/english/plantations/material/workshops/wrmfoe0200.htm>

Servicios Ambientales, Agroecología Y Relaciones Norte – Sur¹²

MIGUEL ALTIERI

SUMMARY

Deforestation in Central America and the Amazon has been fueled by many factors but cattle raising is a key one. Although this model of animal integration through a process of forest conversion to pastures has many negative environmental and socio-economic impacts, does not negate the important role that animals play in smallholder farming systems. Animals recycle crops wastes and other residues, produce milk, meat and provide other services to farmers such as a source of energy. Additionally, animals many times act as a “saving bank” for the household while providing environmental services. Although nowadays green markets are increasing (carbon markets), and may provide opportunities for small farmers, the orientation is to promote the growth of fast growing trees that can sequester the carbon produced by the developed countries. Such landscape transformations can have similar negative impacts as the above referred forest to pasture transformations, by promoting monocultures that may be good at catching northern CO₂ but that do not contribute to enhancing agrobiodiversity or the food security of local rural and urban communities. It is time to start designing pro-poor agricultural policies that through participatory processes can lead to the design of systems that benefit the farmer’s family directly. Miguel Altieri, researcher from the University of California at Berkeley (USA) and leader of the agroecological movement in Latin America addressed the environmental services in the context of North-South relationships and explained the position of the Agroecological movement in relation to issues like environmental services, eco-markets and rural development.

¹² Entrevista a Miguel Altieri realizada y editada por Jairo Mora-Delgado. CATIE, Turrialba, C.R. septiembre 11 de 2001

Introducción

El tema de los servicios ambientales y de los pagos directos e indirectos para estimular la conservación de los recursos naturales es un tema de actualidad y polémica. Mas hoy, cuando en las evaluaciones del impacto de dichos pagos sobre la conservación de los recursos naturales y el alivio de la pobreza están en entredicho. En los foros internacionales, los países que generalmente han detentado el rol de inversionistas o donadores o ahora están renuentes a continuar haciendo transferencias a los países en vías de desarrollo para proyectos de cambio de uso de la tierra hacia usos más sostenibles. Con las conclusiones de la Conferencia de las Partes (COP6) de la Convención sobre Cambio Climático de las Naciones Unidas (UNFCCC), prácticamente quedan sin opción de financiamiento los proyectos de cambio tecnológico que podían desarrollarse bajo la figura de Mecanismos de Desarrollo Limpio (MDL). Por otra parte, mucho se habla de las implicaciones políticas e intereses que tienen los ecomercados, en un mundo gobernado por las leyes del mercado, en donde la brecha entre países ricos (consumidores) y países pobres (productores de bienes primarios) aun continua siendo tema de referencia para el análisis de las políticas que tocan intereses globales. Estos temas fueron abordados por Miguel Altieri, investigador de la Universidad de Berkeley (USA) y uno de los mas connotados exponentes del movimiento agroecológico en América Latina. Por abordar temas calientes y de actualidad, consideramos pertinente incluir esta entrevista como documento de discusión en la Conferencia Electrónica sobre Potencialidades de los Sistemas Silvopastoriles para la Generación de Servicios Ambientales.

Jairo Mora-Delgado

JAIRO MORA: Para comenzar es pertinente un comentario rápido sobre la percepción generalizada que se tiene sobre las actividades ganaderas en relación con el medio ambiente. Se ha popularizado la idea de que la ganadería esta asociada con impactos negativos sobre los recursos naturales, principalmente deforestación y perdida de biodiversidad en ecosistemas naturales, muestras de ello son los procesos de deforestación en el Petén (Guatemala) y en la Amazonía brasileña. Sin embargo, no se puede desconocer el papel de los animales domésticos en los sistemas de producción de pequeña escala, donde aquellos contribuyen a la economía y seguridad alimentaría familiar, lo cual a millones de familias del mundo les ha permitido subsistir. En muchos casos la producción animal es la única fuente de alimentación y de ingresos para las familias, principalmente en las zonas campesinas.

MIGUEL ALTIERI: Yo pienso que no hay duda que la ganadería extensiva, o sea la conversión de bosques a pastizales, ha sido responsable de la deforestación, sobre todo si miramos la situación de Centro América y el Amazonas, especialmente lo que se denominó Hamburger Connection, o la

demanda de carne en Estados Unidos como motor de la producción de carne y ganado, lo cual conlleva a la deforestación masiva de bosques para establecer pasturas. Sin embargo, al nivel de fincas pequeñas definitivamente los animales juegan un papel muy importante. Por un lado, los animales son recicladores importantes, por otro lado, son productores de leche, carne y otros servicios para los agricultores, y adicionalmente, son como la alcancía, una especie de caja de ahorros, la cual muchas familias venden en los momentos de emergencia o de otra manera los conserva en su finca.

Desde un punto de vista agroecológico, se considera que la integración animal es fundamental para lograr un sistema campesino sustentable, entonces cuando se habla de ganadería y medio ambiente tenemos que distinguir entre la ganadería de gran escala y la ganadería de pequeña escala.

JAIRO MORA: Entre los servicios que prestan los animales en las fincas se cuentan el papel reciclador y la fuerza de tracción que pueden aportar al sistema. Por otra parte, los servicios ambientales generados en sistemas de producción animal constituiría una opción que contribuya a mejorar el bienestar de las familias campesinas y equilibrar las interacciones entre productividad pecuaria y conservación del medio ambiente. Actualmente se habla sobre las posibilidades de pagar a los productores por servicios ambientales, como la captación de carbono, incremento de biodiversidad y reducción de la contaminación de ambientes terrestres y acuáticos, considera usted que es posible establecer esta relación entre sistemas de producción animal y servicios ambientales en sistemas de producción de pequeña escala?

MIGUEL ALTIERI: Definitivamente la integración animal a los sistemas de producción presta servicios ambientales para el agricultor mismo, por una lado, en el sentido en que la integración animal obliga al agricultor a organizar el predio de acuerdo con la carga animal. Conocemos muchas experiencias en las cuales la integración animal juega un papel clave para lograr la sustentabilidad del sistema. Por un lado, los animales consumen biomasa y producen boñiga, pero también el mismo manejo de la rotación pastura-cultivos, permite un equilibrio interesante en el sentido de que las pasturas cargan los sistemas de nutrientes y los cultivos los extraen, así, se produce un equilibrio interesante donde la pastura juega un papel muy importante, casi como un barbecho. Ahora, se generan también beneficios externos para la sociedad, como externalidades positivas, por ejemplo, el hecho de que en la integración animal se logre un predio que capta carbono, esto es una externalidad.

Yo pienso que lo más importante aquí es que estos servicios sean compensados. O sea, que los agricultores que están haciendo una agricultura que tiene beneficios ambientales, sean compensados no necesariamente por la captura de carbono, sino por otros beneficios al ambiente como la formación de suelos, la conservación del suelo, la diversificación del ambiente, la conservación de la biodiversidad y agro biodiversidad. Todos son beneficios que deben ser remunerados por un sistema del mismo gobierno, por ejemplo en Europa, hoy en día, los agricultores

que están haciendo una conversión hacia la agricultura orgánica reciben, dependiendo del cultivo, hasta U\$1000/Ha-año, del gobierno para permitir esta conversión. El subsidio se da básicamente para impulsar es el agroturismo, de manera que la agricultura orgánica y la agricultura integrada empiezan a crear condiciones de entorno paisajístico más bellas, las cuales facilitan el agroturismo. Entonces, hay muchos mecanismos mediante los cuales se podría compensar a estos agricultores que integran la ganadería a su sistema de producción, de tal manera que permite un sistema sustentable y que a su vez presta servicios ambientales.

JAIRO MORA: ¿Existe compatibilidad entre la generación de servicios ambientales y la agroecología, como una opción de producción agropecuaria y de uso racional de los recursos naturales por parte del hombre?

MIGUEL ALTIERI: Hay compatibilidad siempre y cuando se entienda desde el punto de vista que yo lo estoy planteando, o sea que, por un lado los servicios ambientales que se generan permiten la sustentabilidad del sistema per se, y este sea un beneficio para el campesino, porque la agro biodiversidad que el campesino organiza en sus sistemas, introduciendo plantas, animales, haciendo rotaciones, policultivos, sistemas silvopastoriles, etc, permiten que los sistemas autosubsidien su funcionamiento. Ahí hay un servicio para el agricultor que le permite bajar sus costos, mantener la integridad de su ecosistema e incrementar su productividad. Por otro lado, se generan servicios ambientales externos, por ejemplo, captación de carbono, conservación del suelo, conservación de los recursos naturales en general. Sin embargo, lo que está sucediendo es que la mayoría de los mercados verdes que se están creando, sobre todo los mercados de captación de carbono, son mercados que están orientados a captar el carbono que produce el norte, entonces empezamos a crear políticas en agricultura para que diseñemos sistemas que no benefician a la familia campesina directamente, sino indirectamente, bajo el punto de vista hipotético que estas familias recibirían ingresos por los servicios ambientales que prestan por captar el carbono que se emite desde el norte.

Hoy en día es el norte quien produce la mayor cantidad de carbono y por eso están emergiendo estos mercados. Desde ese punto de vista, pienso que no es compatible la agroecología con los mercados de servicios ambientales, porque lo que plantea la agroecología es claro: crear una agricultura que integre animales al sistema, que integre la finca en general, para una autosuficiencia alimentaría, como principio fundamental, y por lo tanto no orientada hacia el mercado externo. Por ejemplo, es posible que se pueda diseñar un sistema silvopastoril para captar carbono y no tenga nada que ver con la autosuficiencia alimentaría. En este caso, el agricultor recibiría hipotéticamente un pago para comprarse lo que tiene que comer, eso no tiene sentido. Yo creo que se pueden lograr las dos cosas a la vez, si el pago de los beneficios que emergen de este tipo de sistemas, no están orientados a los intereses del exterior, sino mas bien a las necesidades

nacionales. Por eso es el gobierno el que debe subsidiar estos sistemas y que no sea el mercado internacional el que se encarga de esto.

JAIRO MORA: ¿Que piensa usted de la situación de familias campesinas latinoamericanas, quienes en sus fincas conservan recursos genéticos y mantienen sistemas diversificados, por ejemplo, en huertos domésticos y sistemas multiestrata, sin embargo en las líneas de financiamiento de servicios ambientales, no se incluyen asignaciones dirigidas para pagarles a ellos por la conservación de estos recursos?

MIGUEL ALTIERI: Bueno, eso ha sucedido históricamente, el campesino latinoamericano es el que conserva la agro-biodiversidad. ¿Donde están las principales razas animales, las autóctonas, las variedades tradicionales de cultivos?... están en las manos del campesino, no de los grandes agricultores comerciales. Estos Agricultores silenciosamente han estado aportando el servicio a la humanidad de conservar el germoplasma, sin recibir ninguna compensación. De hecho, por un lado son sujetos de biopiratería, y por otro lado los beneficios que ellos generan, tanto desde el punto de vista de la conservación de la biodiversidad como de la generación de servicios ambientales, son aprovechados por otros a través de un proceso que en ingles se conoce como free-ride, en el sentido en que estos campesinos no tienen manera de proteger su germoplasma ni de exigir una compensación, entonces sus recursos han sido sujetos a free-ride y a bio-piratería. Entonces aquí es donde se tienen que crear políticas nacionales de protección para, primero, hacer valer los derechos de los agricultores sobre su germoplasma, segundo, crear mecanismos de protección tanto en el ámbito comunitario como nacional, por que es patrimonio de las culturas con las cuales ha evolucionado y, tercero, crear un servicio de compensación que llegue directamente a las comunidades ya que esto constituye otro problema: ¿cómo vamos nosotros a instalar un sistema de pago por servicios ambientales o de conservación de agro-biodiversidad que no llega directamente a las comunidades que son las que las están protegiendo?.

JAIRO MORA: Un interrogante que tiene que ver con aspectos políticos. ¿Que opinión tiene Ud. sobre la actitud de países como Estados Unidos e incluso la posición ambigua de la Comunidad Europea, de no querer suscribir los compromisos del protocolo de Kioto?

MIGUEL ALTIERI: Definitivamente todo esto de los mercados verdes, incluyendo el mercado de captura de carbono, es una dimensión que hace el norte, para poder continuar con su patrón de desarrollo. Ellos saben que son los grandes responsables de las emisiones de CO₂ que están cambiando el clima, pero no esta dispuestos a bajar su nivel de consumo ni de desarrollo. Entonces, que mejor que el tercer mundo produzca los servicios ambientales de captación y ellos paguen por esos servicios. ¿Esto que significa?... que nuestros países tienen que transformarse en una especie de aspiradoras ecológicas de todo el CO₂ que ellos producen, mientras ellos siguen manteniendo sus

niveles de consumo. Entonces, realmente estamos cayendo en una especie de juego del "peregrino ecológico", en el cual los norteamericanos pretenden que nuestros agricultores, nuestros ecosistemas, sean básicamente una especie de aspiradoras ecológicas, aspiradoras de la basura que ellos producen. Eso para mí es inaceptable.

JAIRO MORA: Sí a usted le pidieran jerarquizar los temas de investigación, prioritarios para los países latinoamericanos y específicamente para los Centros de Investigación y Desarrollo, ¿cuales considera Usted que serian los más importantes en relación al desarrollo rural y la generación de propuestas agroecológicas en América Latina?

MIGUEL ALTIERI: El primer tema para mí es la autosuficiencia alimentaría, o sea como cultivar sistemas agrícolas que permitan generar lo que nosotros consumimos en el ámbito local y regional. Eso es una agenda de investigación que tiene que ver con la conservación correcta de la biodiversidad, los arreglos de sistemas agrícolas correctos, las políticas que fomenten los mercados nacionales y regionales mas que los de exportación. La segunda línea importantísima, es la línea de la vulnerabilidad ecológica y económica, por que ya el cambio climático es una realidad y son los campesinos más pobres los que están siendo sujetos a los estragos de estos cambios, así, tratar de conocer su vulnerabilidad ecológica también es un punto fundamental. La tercera gran línea, es justamente la línea de la agro-biodiversidad, conservación de la agro-biodiversidad y su utilización correcta como parte del manejo de los recursos naturales.

Acceso Al Pago De Servicios Ambientales En Costa Rica¹³

MARÍA GUTIÉRREZ

SUMMARY

The Payment for Environmental Services Program (PSA) in Costa Rica has been rightly celebrated for its creativity and ambition, among other reasons, for its clearly stated goal of incorporating small and medium landholders into sustainable forestry practices. Although the program is still in an early phase of implementation, it is already possible to draw some lessons from its effect. Based on fieldwork observations and interviews as well as audits, this study gives account of how medium and small landowners have until now in fact hardly benefited from the PSA. The reasons are both structural and formal, ranging from unequal land distribution that the law does not take into account, to problems with land titles and conflicting agendas among the government institutions involved. Also noted are the application costs and the concentration of know-how in a handful of entities, precluding the necessary capacity building. These observations are made in the hope that, given the chance to implement a similar service for silvo-pastoral systems, the program not be based on an abstract model but seriously take into account the social reality on the ground.

INTRODUCCION

El sistema de Pago de Servicios Ambientales de Costa Rica ha sido justamente celebrado por su creatividad y ambición. No solo pretende ser sostenible a nivel nacional al ser financiado mayormente por fuentes internas (con una parte del impuesto a hidrocarburos y eventualmente a otras industrias), sino que adopta como un objetivo central la incorporación de pequeños y medianos propietarios a la actividad forestal sostenible¹⁴. Aunque es un experimento nuevo y en proceso de afinación, ya es posible entender algo de su funcionamiento y efectos. Lo siguiente son unas notas preliminares sobre el

¹³ Ensayo presentado en la conferencia "Potencialidades De Los Sistemas Pecuarios Tropicales Para La Generación De Servicios Ambientales" (LEAD-FPI-ECONF-L), FAO, LEAD, CATIE.

¹⁴ El objetivo del FONAFIFO según documentos oficiales es "financiar, para beneficio de pequeños y medianos productores, mediante créditos u otros mecanismos de fomento del manejo de bosque, intervenido o no, los

acceso al Pago de Servicios Ambientales (en adelante PSA) teniendo en cuenta lo establecido por la ley y su práctica en el campo. Como un intento de entender las consecuencias tanto intencionales como impredecibles del sistema según se estableció en la Ley Forestal No. 7575 de 1996, este estudio da cuenta de cómo pequeños y medianos propietarios se han visto en efecto poco favorecidos por el programa de PSA. Algunas de las razones son más obvias y manejables que otras, y aunque en general reflejan la inequidad social existente, es importante entenderlas si se quiere evitar que el PSA sirva meramente para reproducir esta desigualdad. La ley es explícita en este objetivo.

Estas notas forman parte de un estudio en proceso sobre la producción de naturaleza, tomando el caso de la creación de un mercado en secuestro de carbono a nivel internacional. Está basado en un número de auditorías y estudios independientes complementados con observaciones derivadas de trabajo de campo¹⁵. Aunque trata del PSA para actividades netamente forestales como funciona hoy día, se espera que sirva para reflexionar sobre su potencial en actividades silvopastoriles -de tal modo que cuando se diseñe un programa de PSA para estas actividades se parta de la realidad social y no de un modelo abstracto. Cualquier comentario u observación será agradecido.

SOBRE PEQUEÑOS, MEDIANOS Y GRANDES PROPIETARIOS

La mayoría de los reportes sobre el PSA han enfatizado que un gran número de los contratos han sido para pequeños y medianos proyectos. Sin embargo, para entender como ha sido esta distribución es importante considerar la diferencia entre el número de proyectos aprobados y el porcentaje del total del área asignada -siendo esta última una indicación más clara de la distribución de recursos ya que se paga por hectárea. Así, el 35.2% del total de los proyectos entre 1995 y 1997 eran de menos de 20 hectáreas, el 38.9% tenía un área de entre 20 y 99 hectáreas y el restante 25.9% eran proyectos de más de 100 hectáreas. Sin embargo, los proyectos de menos de 20 hectáreas representaban solamente el 3.9% del área total asignada y aquellos de entre 20 y 99 hectáreas, el 24.1%, siendo el 72% de las áreas financiadas para proyectos mayores de 100 hectáreas (CECADE 1999: 39).

Dicho de otro modo, los proyectos de menos de 50 hectáreas representaban el 60.6% del total de proyectos aprobados aunque en realidad absorbían solamente el 15.9% del total de hectáreas con PSA, los proyectos con áreas de entre 51 y 150 hectáreas cubrían el 21.2% del los proyectos y un 23.8% de las hectáreas, mientras que los proyectos con más de 150 hectáreas, aunque representaban solamente el 18.2% de las operaciones, recibían el 60.3% del total del área aprobadas¹⁶.

procesos de reforestación, forestación, viveros forestales, sistemas agroforestales, recuperación de áreas denudadas y los cambios tecnológicos en aprovechamiento e industrialización de los recursos forestales.”

¹⁵ Muchas de las contradicciones mencionadas aquí han sido también señaladas por Baltodano (2000)

¹⁶ Previsiblemente, la participación de la mujer es muy pobre. En hectáreas es del 6% del total, aunque el número de contratos es del 12,5% en el caso de protección, 15,34% en manejo y 13,37% en reforestación (datos del Estado de la Nación, con base al informe anual 1999 de FONAFIFO). Esto sobre todo refleja la tenencia de la tierra en manos de mujeres a nivel nacional, aunque también afecta la falta de información, el difícil acceso a asistencia técnica, y la carencia de títulos de propiedad. Esta desigualdad está contemplada en los mas recientes planes de FONAFIFO, principalmente a través del Proyecto Ecomercados.

GLOBALES VS. INDIVIDUALES

A fin de incorporar a pequeños y medianos productores se establecieron los proyectos globales, en los cuales un número de propietarios, para reducir costos, aplican en conjunto al PSA a través de una organización. El problema es que el monto asignado es el mismo para un proyecto individual que para uno global -aunque este último beneficia a un número mayor de personas- pues se paga por hectárea. Obviamente, es más difícil trabajar varios proyectos a la vez, no solo a nivel de trámites (aunque los requisitos pueden ser un poco menos o simplificados) y supervisión de las fincas, sino en términos personales. Así, para una organización resulta más fácil y rentable trabajar con un solo propietario de, por ejemplo, 100 hectáreas, que con 20 de 5 hectáreas, ya que la organización cobra solo un porcentaje del pago total de PSA y en el caso de proyectos globales es responsable ante el Estado del cumplimiento del contrato – a diferencia de los proyectos individuales donde el beneficiario es directamente responsable.

Hasta ahora los que han trabajado con pequeños y medianos propietarios han sido sobre todo los Centros Agrícolas Cantonales. Sin embargo, es evidente el desgaste actual de estos centros, que ha llegado en muchos casos a su desintegración por problemas de administración (aunque se han dado casos de corrupción tanto en los centros agrícolas como en organizaciones independientes¹⁷). A pesar de la importancia de estas organizaciones en incorporar a pequeños productores, la Ley no establece ningún tipo de apoyo extra y su importancia ha disminuido dramáticamente con el tiempo.

Asimismo, aunque una buena parte del aumento en superficie de bosque secundario y plantaciones se atribuye a pequeños y medianos propietarios organizados en cooperativas o asociaciones, muchas de estas organizaciones de forestería comunitaria están ahora enfrentando dificultades financieras y administrativas¹⁸ (Proyecto Estado de la Nación, 2000). En entrevistas de campo se nota un cierto resentimiento contra el gobierno y contra algunas organizaciones no gubernamentales que han usado a su conveniencia la participación de pequeños propietarios sin demostrar un interés real en su involucramiento. Los campesinos así organizados sienten que una vez más “el gobierno promete y da apoyo, solo para quitarlo cuando uno ya está embarcado.”

Por ejemplo, la ley establece que las organizaciones que apliquen al PSA tengan “una estructura organizacional adecuada.” (Ley Forestal No.7575 art. 6.2.3.). Sin embargo, la misma ley no es clara en como evaluar tal organización, y por omisión engloba en una misma categoría a organizaciones campesinas, asociaciones de desarrollo, cooperativas y fundaciones, con muy distintos recursos y composición. En el caso de ASCOMAFOR (Asociación Comunal para el Manejo Forestal), una asociación compuesta por cinco asociaciones de productores y de mujeres de asentamientos del IDA, se denegó el PSA aduciendo que no contaban con tal estructura -que debía incluir entre otros un contador, un administrador, un técnico forestal y vehículos a su disposición. Esto a pesar de que los encargados de las oficinas subregionales del MINAE conocían bien a la gente de ASCOMAFOR y sabían de su falta

¹⁷ Por ejemplo en el caso de APAIFO.

de recursos y de su reputación como una organización pequeña, participativa, y sin el más mínimo problema de corrupción¹⁹

Así, la tendencia ha sido claramente hacia un mayor número de proyectos individuales y muchos menos globales. Estos bajaron del 73.2% del total de proyectos aprobados en 1995 al 57.9% en 1997. En cambio, los proyectos individuales absorbieron el 58.1% en 1995 y el 70.3% en 1997 del área total asignada. Para 1999, el 90,1% de los contratos fueron individuales, con un área del 79,1%, mientras los contratos globales fueron el 9,9% para un 20,9% del área (CECADE 1999: 38).

EL PROBLEMA DE LA TITULACIÓN

Quizá el mayor problema para pequeños y medianos propietarios es la necesidad de título de la tierra, que deja fuera a propietarios deudores del IDA y a propietarios de aquellas zonas de tenencia incierta. Aunque al principio la Ley Forestal permitía incluir terrenos sin titular, probando la posesión ya fuera por medio de una carta protocolizada por notario público, información ad perpetua memoria, información posesoria concluida y, a falta de estas, una declaración jurada del titular, de los colindantes y dos testigos verificando años de posesión junto con una inspección oficial de verificación, el Decreto No. 27694-MINAE (publicado en La Gaceta No. 50 el 12 de Marzo de 1999) canceló esta posibilidad. Con ello, quedan excluidas del PSA irónicamente muchas áreas que han sido declaradas reservas o refugios sin que el Estado haya comprado las tierras y donde los propietarios no tienen título posesorio. Es el caso del Corredor Biológico Transfronterizo o el Refugio de Vida Silvestre Caño Negro, donde familias establecidas desde hace años no pueden obtener el título de propiedad por estar en un área declarada protegida y por lo tanto no pueden recibir PSA. Son precisamente estos terrenos los que debían ser prioritarios para la conservación por tratarse de las áreas ya declaradas por el Estado como de interés nacional, aunque no hay recursos para comprarlas o cuidar de ellas desde el Ministerio.

El tema de asentamientos del IDA20 es todavía más torpe. Recientemente el MINAE anunció que todos aquellos parcelarios que quisieran participar en el PSA debían pedir autorización del IDA. La mayoría de estos permisos se han negado con el argumento de que el IDA compra tierras de “clase A”, es decir, para cultivos anuales. No todos los representantes o directivos del IDA están de acuerdo en esto (la oficina legal del IDA ha declarado que el PSA no es incompatible con la misión del IDA, y sin

¹⁸ Funcionarios MINAE, Com. Pers.

¹⁹ Este debería de ser un caso aislado, ya que una de las justificaciones del *Sistema Nacional de Áreas de Conservación* Costarricense es la oficina descentralizada que conoce la situación local. Sin embargo, no hay claras disposiciones en la ley que permitan evitar estos casos de arbitrariedad.

²⁰ IDA (*Instituto de Desarrollo Agrario*), anteriormente ITCO (*Instituto de Tierras y Colonización*), es el ente de gobierno encargado de la reforma agraria en Costa Rica. Desde 1968 impulsa un programa llamado “Asentamientos Campesinos” con el que oficialmente se pretendía “atender focos de presión por medio de predios rurales deficientemente aprovechados y del asentamiento de familias en parcelas aptas para una explotación racional, asegurar el bienestar de la población afectada que constituye el núcleo de presión.” (ITCO 1968: 2). El financiamiento para este programa provenía en un principio de la emisión de bonos del Estado y un préstamo de la Agencia Internacional para el Desarrollo de Estados Unidos (USAID). A la fecha (Julio del 2001) el IDA ha distribuido 788,000 hectáreas (comprando más de 500 fincas), para acomodar a más de 68,000 familias. (IDA, Departamento de Planificación y Estadística, com. per.) Sobre la historia de distribución de tierras véase Rivera (1986); Román y Peraza (1990).

embargo, algunos jefes han negado los permisos sin otra razón.)²¹ Se reconoce incluso dentro del IDA que las tierras no eran las más aptas para el cultivo en todos los casos. Y es lógico: en la zona Norte, por ejemplo, muchas de las tierras repartidas por el IDA fueron el resultado de una ocupación precarista que se daba en tierras subutilizadas o fincas abandonadas -muchas veces porque precisamente no eran tan buenas tierras. Por otro lado las bananeras compraban tierras fértiles y ejercían presión sobre el precio y la calidad de las tierras. Así, la gran mayoría de las fincas adquiridas eran ganaderas, y presentan serias limitaciones agrológicas que requieren de grandes inversiones para producir - obviamente fuera del alcance del pequeño productor.

El problema es serio, porque mientras el IDA no da permisos para recibir PSA o incentivos para la reforestación en tierras de aptitud forestal y obliga al campesino a trabajar la tierra, el MINAE le prohíbe el cambio de uso de suelo en esas mismas tierras. El resultado a menudo es la tala ilegal, el gradual cambio de uso del suelo y eventualmente el abandono de la finca, quedando el campesino igual o más empobrecido. Todo esto sin contar el tema de las reservas de bosque en asentamientos campesinos a nombre del IDA, que por ley deben pasar al MINAE pero por alguna razón -o varias- no lo han hecho. Solo en la zona Norte hay cerca de 4,000 hectáreas de bosque en reservas forestales en asentamientos campesinos, actualmente propiedad del IDA, que son protegidas por la comunidad con muchos esfuerzos y no siempre con éxito, sin recibir por ello ningún apoyo -ni en forma de PSA ni ningún otro. Mientras no se resuelva el tema estas reservas están marcadas para desaparecer a muy corto plazo.

AFECTACIONES A LA PROPIEDAD

Otro problema que afecta a pequeños y medianos propietarios es la afectación de la propiedad bajo PSA. Si bien es cierto que el Estado debe asegurar durante al menos un tiempo la conservación del bosque o plantación por la que se está pagando el servicio, la falta de información y precisión en la Ley hacía que hasta hace poco los bancos consideraran la afectación como un gravamen, por lo que negaban un préstamo hasta que el beneficiario retirara la anotación de afectación. Aunque ha habido intentos de aclarar esta situación, lo cierto es que en el momento en que muchos campesinos oyen la palabra afectación, se acaba el interés en el PSA. Tras años de ajuste estructural y libre mercado hay muy pocos campesinos que no tengan deudas o créditos pendientes. La tierra en posesión sirve casi como la única garantía con la que se cuenta para acceder a préstamos para invertir en la finca o en caso de necesidad, puesto que se puede hipotecar. Es por eso que las luchas por la tierra no cesan, a pesar de que en sí hoy la tierra difícilmente da para vivir bien. En realidad, la afectación forestal debería servir más como una garantía extra de que la persona va a responder por la propiedad para evitar el juicio por incumplimiento y tener que devolver los fondos de PSA. De hecho, un gran acierto de la última Ley forestal es el establecer al árbol y al bosque como garantía prenda en el Sistema Bancario Nacional. Este es un

²¹ Recientemente la Sala Cuarta, en resolución del 28 de junio, ha dado la razón a un parcelero que demandó al IDA. Esta resolución está por salir en La Gaceta. (Francisco Chávez, Com. Per.).

problema que se espera ir resolviendo en la práctica y ya hay mayor comunicación entre los bancos, el Registro Nacional y el FONAFIFO -aunque parece que lo difícil es establecer esa comunicación con los propietarios.

TRÁMITES Y COSTOS

Una de las trabas que se citan con mayor frecuencia en relación con el PSA es el atraso de los desembolsos. En el caso de reforestación, que depende de un ciclo productivo, este atraso es particularmente delicado. Tanto los decretos que regulan el programa, como la aprobación de contratos y el desembolso de los pagos se dan tarde y sin tomar en cuenta las necesidades específicas de una plantación, tales como el tiempo para hacer o contratar viveros y la época de lluvias para plantar. Esto tiende a beneficiar a los grandes propietarios, quienes pueden afrontar el gasto, y a eliminar a los pequeños propietarios que quedan comprometidos si la plantación no resulta²².

En cuanto al costo, la Ley establece un máximo del 18% del proyecto como cobro de los servicios que presta una organización, incluyendo cualquier otro gasto administrativo. Sin embargo, algunas organizaciones cobran adicionalmente al pasar al propietario algunos costos como gastos de abogado y gastos por negociación en el puesto de bolsa (para CAF's) (CECADE, 1999: 59). Así, en la zona Norte por ejemplo, a un propietario la tramitación le cuesta entre el 22 y el 25% (Baltodano 2000). Este costo se acentúa a medida que pasa el tiempo ya que las cuotas a pagar por PSA se mantienen fijas por los cinco años que dura el contrato, mientras que los trámites tienden a subir con la inflación. Por ejemplo, en 1999 el monto pagado por protección de bosque creció un 20% cuando la inflación acumulada alcanzaba más del 65% (CECADE 1999: 44). Cuanto menor sea el área de que se dispone, menor es la rentabilidad del proyecto, de tal modo que para proyectos de conservación de bosque de menos de 20 hectáreas, los costos absorben la mayor parte de los ingresos. Y sin embargo en Costa Rica la mayor parte del bosque, fuera de las áreas protegidas y reservas indígenas, es un mosaico de fragmentos pequeños.

CONOCIMIENTO Y CAPACITACIÓN: UN PROBLEMA DE SOSTENIBILIDAD

Un problema quizá más insidioso es la concentración del conocimiento en las organizaciones de servicios forestales, ya que éstas no solo se encargan de la regencia sino también de cumplir con los requisitos del procedimiento y la administración. Esta provisión de servicios tiene claras e importantes ventajas prácticas, no solo para aquellos propietarios que no viven en sus fincas y tienen otra ocupación sino también para aquellos con pocos recursos para ir y venir a hacer los trámites o tiempo para dejar los trabajos de la finca. Sin embargo, no genera capacidad o transfiere conocimiento entre los pequeños y medianos propietarios que viven de esas tierras. En el caso de reforestación esto incide en la calidad de las plantaciones, evidente en el alto porcentaje de podas deficientes donde no hay asistencia técnica ni supervisión por parte del regente forestal u otros funcionarios (CECADE 1999: 80). A su vez, esto

²² Pedro Rojas, Com. Per. Véase también CECADE (1999: 33); SINAC (2001); CIFOR – CATIE (2000)

repercute en la viabilidad económica del proyecto y en la incorporación estable de estos productores al sector forestal sostenible. Estas deficiencias son tanto la causa como la consecuencia de que la participación local en la toma de decisiones sea tan baja y afectan a todas las actividades bajo PSA. El estudio del CATIE y CIFOR demuestra que, aunque en el país se ha generado bastante información forestal, esta no se encuentra al alcance de los propietarios.²³

EL PSA Y EL DESARROLLO LOCAL

Las áreas de donde sale la mayor parte de la madera del país coinciden con zonas muy pobres que cuentan con pocas oportunidades de empleo o capacitación, escuelas o centros de salud. No es que la actividad maderera sea la causa directa -las mismas razones que hacen que exista bosque para explotar son precisamente falta de acceso y caminos y una pequeña concentración de poblaciones que hacen difícil el desarrollo económico de una región. Pero el hecho es que la actividad maderera no ha generado oportunidades o cambios importantes que contribuyan al desarrollo local. El Programa de Pago de Servicios Ambientales se concibió como una manera de superar este hecho, pero por razones como las que se han señalado y otras más estructurales todavía queda mucho por hacer. Solo un entendimiento de estas causas aunado a verdadera voluntad política pueden hacer que el PSA contribuya de forma directa al desarrollo rural sostenible y, por ende, al medio ambiente del país y del mundo.

BIBLIOGRAFIA

- Baltodano, J. 2000. Pago de servicios ambientales para reconstrucción ecosistémica, fortalecimiento de organizaciones locales y desarrollo rural. *Ciencias Ambientales* 18: 21-30. San José, Costa Rica.
- Centro de Capacitación para el Desarrollo (CECADE). 1999. Pago de servicios ambientales. Informe Final de Evaluación. San José, Costa Rica. Fondo Nacional de Financiamiento Forestal.
- CIFOR – CATIE. 2000. Almacenamiento de carbono y conservación de biodiversidad por medio de actividades forestales en el Área de Conservación Cordillera Volcánica Central, Costa Rica. Turrialba, Costa Rica, CATIE.
- Asamblea Nacional Legislativa, Costa Rica. 1996. Ley Forestal No.7575. Manual de procedimientos. La Gaceta electrónica al 30 junio 1999, C.R.
- Instituto de Tierras y Colonización (ITCO). Programa de Asentamientos Campesinos. 1968. Unidad Sectorial de Administración. Costa Rica, ITCO, p. 2
- Proyecto Estado de la Nación. 2000. Estado de la Nación 1999. San José, Costa Rica. 197p.
- Rivera, R. 1986. Política de distribución de tierras en Costa Rica. San José, Costa Rica, Alma Mater.
- Román, I; Peraza, D. 1990. La lucha por la tierra en el Cantón de Sarapiquí, 1960-1985: Un análisis dinámico. Tesis Lic. Sociología. San José, Costa Rica. Universidad de Costa Rica.
- Sistema Nacional de Áreas de Conservación (SINAC). 2001. Encuesta: Percepción sobre el Programa de Pago de Servicios Ambientales. E. Q. Consultores, 17 p.

²³ En este estudio sobresale la falta de información sobre manejo de bosque. *op. cit.* CIFOR-CATIE 2000.

Algunas Experiencias En El Pago De Servicios Ambientales Con Énfasis En Captura de Carbono

MARCO VINICIO ARAYA

SUMMARY

Payment for Environmental services (PES) is not a new concept, but a new approach that some countries of the world have begun to consider within their legislation as one of the forms to conserve their natural resources. PES is not considered a subsidy to forest production, but a direct payment to land owners protecting their resources (forest, water, soil, etc.). Payment is funded through taxes imposed on the use of fuel and water, and through carbon credits. In 1996 Costa Rica introduced the Forest Law No. 7575, which contemplates the Environmental Service concept and defines the compensation mechanism, source of resources and form of payments. This article explains the operational mechanisms for payment of environmental services and other schemes for promoting the establishment and conservation of forest. In the Costa Rican case the payment for environmental services were fixed on values that considered the opportunity cost of the land and the forest production costs.

INTRODUCCION

El pago de Servicios Ambientales no es un concepto que se pueda considerar relativamente nuevo, lo que si es novedad es que algunos países del mundo han empezado a considerarlo dentro de su legislación como una de las formas de conservar los recursos forestales y asociados a este.

Costa Rica lo ha internalizado dentro de sus políticas y legislación y Ecuador labora en una propuesta de ley para introducir este concepto trasladando su pago a quién recibe sus beneficios. El Estado actúa como medio para lograr los objetivos fungiendo como caja recaudadora y liquidador de Servicios Ambientales a los dueños de Bosques y plantaciones forestales.

Es importante resaltar que dentro de los servicios ambientales que surgen con mayor fuerza para compensar a los propietarios de bosques, plantaciones forestales y otros ecosistemas naturales es el

carbono, reconocido como uno de los gases que tienen fuerte influencia en el denominado efecto de invernadero.

A pesar de lo anterior, recientemente en la Reunión de Ministros responsables de los bosques del mundo, celebrada el 8 y 9 de Marzo de 1999 en Roma, Italia; se hace un llamado a la comunidad internacional para que se reconozcan y promuevan instrumentos que consoliden el desarrollo sostenible de los bosques y todavía directamente los servicios ambientales, no se mencionan como una de las formas de buscar la conservación de los bosques del todo el planeta, lo cual nos indica, que todavía esta discusión continua abierta, es decir que es necesario enfatizar que los bosques no solo producen madera, si no, otros bienes y servicios.

El problema de esta discusión, es que en muy pocos países existe mercado en donde se puedan transar esos bienes y servicios, que no son madera. Parte de los bienes que todavía se discute es la comercialización de los Certificados de Carbono proveniente del sector forestal, e inclusive se ha venido cuestionando a los Bosques Naturales como sujetos a entrar en las negociaciones dentro del marco de Cambio Climático.

Costa Rica es un país en donde se optó por reconocer que los bosques no-solo producen madera, incorporando por ello el concepto del Servicio Ambiental en la legislación forestal.

Dicho concepto se viene internalizando en el ámbito de toda la población nacional por medios formales e informales.

Esta concepción ha permitido valorar los bosques y plantaciones forestales de una manera distinta en la cual solamente producían bienes tangibles como la madera.

Dentro del marco anterior, el Estado Costarricense reconoce por tanto que los bosques y plantaciones producen Servicios Ambientales y que estos servicios deben recibir un pago.

El Pago por Servicios Ambientales no es una subvención o subsidio a la producción forestal, es el pago por un servicio que se recibe, y por el cual alguien está dispuesto a pagar (consumidores de combustible, empresas que utilizan el agua, compensación de emisiones de carbono, disfrute de la belleza escénica, protección de biodiversidad).

MARCO LEGAL PARA EL PAGO DE SERVICIOS AMBIENTALES.

Ley Forestal 7575 y otras Leyes Conexas

En Costa Rica, desde 1996 la Ley Forestal No. 7575 contempla el concepto de Servicio Ambiental. En dicha Ley se establece su definición, los sistemas a compensar y las fuentes que el Estado podrá utilizar para el respectivo pago.

En el artículo 3, inciso k), el artículo 46, el artículo 47 inciso d) y en el artículo 69 (ver anexo 1) de la referida se contempla el marco conceptual de la legislación Costarricense. Se resalta en este artículo la necesidad de compensar a los propietarios la influencia de los ecosistemas forestales en la mitigación de emisiones de gases de efecto invernadero (fijación, reducción, secuestro, almacenamiento y absorción).

Como parte de un refuerzo de este concepto en la Ley de Biodiversidad # 7788 en el artículo 37 se incluyó el de pago de servicio ambiental por agua, por medio de las áreas de conservación del Sistema Nacional de Áreas de Conservación, y se obliga de esta manera a la internalización de los costos en las tarifas de los servicios públicos que utilicen el agua.

También dan respaldo legal al Pago de Servicios Ambientales la Convención de Cambio Climático, el Convenio sobre la Diversidad Biológica y el Convenio Regional para el Manejo y Conservación de los Ecosistemas Naturales Forestales y el desarrollo de Plantaciones Forestales.

Establecimiento de la Oficina de Implementación Conjunta

El Estado Costarricense consideró de vital importancia ponerse al corriente y apoyar las iniciativas florecientes a finales de los años ochentas y principios de los años noventas sobre la problemática surgida alrededor de los gases con efecto de invernadero, para ello en Abril de 1996 crea la Oficina Costarricense de Implementación Conjunta (OCIC) mediante el Decreto Ejecutivo N° 25066-MINAE autorizándosele a trabajar en cuatro áreas específicas a saber: transporte, recursos naturales, energía y cambio climático.

A esta Oficina se le asignó la responsabilidad de proponer las políticas de apoyo al desarrollo sustentable por medio de actividades de Implementación Conjunta proponiendo y tramitando proyectos orientados a satisfacer las políticas propuestas dentro de la Convención Marco de Cambio Climático.

Por tanto a dicha oficina técnica, el Estado Costarricense, le asigna la tarea de negociar a escala internacional entre otras cosas, la venta de carbono bien fuera por medio de mecanismos de Implementación conjunta, negociaciones bilaterales o interinstitucionales.

De acuerdo al movimiento de la comercialización del carbono se decidió separar la venta en dos programas debido principalmente a sus características de riesgo, titularidad de la tierra y fragmentación de la propiedad.

Dichos Programas son: el Programa Forestal Privado (PFP) y el “Proyecto de Consolidación Territorial y Financiera de los Parques Nacionales y Reservas Biológicas de Costa Rica” (PAP).

El primero está dirigido a montar un paquete con el carbono que los propietarios de bosques y plantaciones forestales de cualquier tamaño y que están dispuestos a negociar sean bien por medio de FONAFIFO (Fondo Nacional de Financiamiento Forestal) o en forma directa siempre bajo el amparo de la Oficina Costarricense de Implementación Conjunta (OCIC) que es la institución autorizada por el Estado para realizar la respectiva transacción.

El segundo programa es el que se ha establecido con las propiedades del Estado que se encuentra bajo alguna categoría de manejo, bien sea parque nacional o similar que tiene como objetivo la protección a perpetuidad de una superficie cercana a las 550 mil hectáreas.²⁴

²⁴ Oficina de Implementación Conjunta en Costa Rica. Actividades de Implementación Conjunta en Costa Rica. Mayo de 1998. 5p.

La OCIC es la responsable por decreto ejecutivo 25067-MINAE emitir los CTO'S (certificado transferible y negociable de carbono) y es el único que está habilitado para la búsqueda y negociación de la venta en el ámbito internacional y es su responsabilidad la calidad y seguridad de los certificados que emita buscando para ello la certificación de organismos externos.

No obstante, que existe un esquema nacional para la comercialización de los créditos de carbono los propietarios de terrenos privados están en plena libertad para negociar el carbono evitado, fijado o almacenado con quien mejor les convenga, sin embargo el esquema nacional vigente es FONAFIFO – OCIC – SINAC- PROPIETARIO.

Para el que compra el CTO's al esquema Costarricense por medio de este esquema tendrá algunas ventajas:

- Seguridad y poco riesgo de la compra realizada
- Monitoreo y seguimiento de los proyectos regentados
- Reportes de carbono bajo un sistema de información
- Certificación externa internacional
- Auditorías externas para el sistema vigente
- Costos que asume el propietario para su venta son menores

Ingresos por Venta de Agua

A pesar de lo anterior, recientemente se firmó un contrato compraventa de servicios ambientales para agua entre la Compañía Nacional de Fuerza y Luz, el Fondo Nacional de Financiamiento Forestal (FONAFIFO) y el Ministerio de Ambiente y Energía, en dicho convenio la Compañía de servicios eléctricos antes referida, reconoce cuarenta dólares por hectárea incentivada al FONAFIFO. La forma en que se estimó el pago fue considerando el flujo de agua utilizado para el proyecto en metros cúbicos, el valor de captación estimado en 0.0028 dólares por metro cubico y el área total de la cuenca a proteger.

Ingresos por Impuestos de los Combustibles

La Ley Forestal reafirmó la legislación Costarricense, para destinar recursos para la compensación a propietarios creando un impuesto a los combustibles bajo el principio del que contamina paga y con estos recursos se deben destinar a pagar la captación de carbono y la biodiversidad.

Bajo la justificación anterior en Costa Rica se pagan por Servicios Ambientales un monto anual alrededor de 15 millones de dólares anuales en la siguiente forma: US\$555 25 por Ha/5 años para plantación, US\$339 por Ha/5 años para manejo de bosques naturales, US\$ 216 por Ha/5 años para protección de bosque, y plantaciones forestales establecidas. En el año 1997-1998 se pagaron servicios ambientales para 10.311.65 has. de plantación forestal, 17.082.66 has. de manejo de bosque y

²⁵ Tipo de cambio \$1=284 colones

140.875.12 has. de protección y 565.65 has. de plantaciones establecidas para un total de contratos firmados por alrededor de 35 millones dólares.

Ingresos por Venta de Carbono

La OCIC en alianza con el FONAFIFO negoció en 1997 la venta de 200.000 toneladas de carbono evitado con el Gobierno de Noruega y un Consorcio Noruego, bajo la base de 10 dólares por tonelada métrica de carbono.

La referida venta se desarrolla dentro del marco de un acuerdo bilateral entre el Gobierno de Costa Rica para el desarrollo de actividades implementadas conjuntamente de mitigación de gases de efecto invernadero y para la modernización del sector energético y como parte de un proyecto que se denomina Plan de Manejo de la Cuenca Alta del Río Virilla.

Dentro del marco del acuerdo anterior el Gobierno de Noruega en conjunto con la Compañía Nacional de Fuerza y Luz y el Ministerio de Ambiente y Energía firman un memorando de entendimiento para implementar el “Proyecto Integrado de Implementación Conjunta” que busca la reconstrucción y expansión de la planta hidroeléctrica Brasil a 27.2 MW.

Dicho proyecto se desarrollarían en tres componentes:

1. Producción de Energía Limpia.
2. Conservación de Energía
3. Desarrollo de Plantaciones Forestales, Conservación de Bosques y manejo sostenible de bosques.

Dentro del esquema anterior el Estado Costarricense recibió dos millones de dólares por las 200 mil toneladas métricas que certificó FONAFIFO al Fondo de Carbono de donde la OCIC emitió CTO's por ese tonelaje al gobierno de Noruega.

El carbono negociado y certificado procede de pequeños y medianos propietarios dueños de bosques que voluntariamente se acogieron al pago de servicios ambientales y cedieron los derechos de carbono fijado y evitado al FONAFIFO por medio de contratos entre el MINAE Y FONAFIFO.

Es importante resaltar que el carbono negociado es únicamente el carbono evitado calculado por el riesgo de deforestación que tienen los referidos bosques.

OPERACIÓN DEL SISTEMA DE PAGO.

El Sistema de Pago se inicia con una solicitud del beneficiario a la oficina del Área de Conservación que corresponda. La solicitud se evalúa, se aprueba y se remite al Fondo Nacional de Financiamiento Forestal (FONAFIFO) para el pago correspondiente.

Después de efectuar el primer pago, el FONAFIFO le tramita una afectación a la propiedad compensada y la inscribe como una anotación al margen de la escritura, en el Registro Público de la

Propiedad. Para recibir el pago, el beneficiario debe ceder al FONAFIFO los derechos sobre los depósitos y fijaciones de carbono (ver anexo 3).

El mercado del carbono que es un mercado de transacción mundial, el esquema de pago y venta es diferente. Una vez que el propietario cede los derechos de carbono al FONAFIFO, éste le comunica a la Oficina Costarricense de Implementación Conjunta (OCIC) el total de toneladas de carbono que tiene para ofertar.

La OCIC es la encargada de vender los Certificados de Carbono (CTO's) al mercado mundial (ver Anexo 4) y los fondos que recibe los deposita en el FONAFIFO para que siga pagando más Servicios Ambientales.

OTROS ESQUEMAS DE FINANCIAMIENTO FORESTAL.

El FONAFIFO además de pagar Servicios Ambientales, también financia a través de créditos, actividades de promoción y fomento forestal. En el área de crédito, se ha colocado un monto total de US\$7 millones, en 712 operaciones. Los principales rubros financiados son; industria, reforestación, viveros, capital de trabajo y estudios de factibilidad.

El Financiamiento Forestal ha evolucionado en tres generaciones bien establecidas. La primera generación fue el sistema de deducción del impuesto sobre la renta el cual no tuvo el éxito deseado.

La segunda, fue un sistema más democrático y participativo, que se denominó Certificado de Abono Forestal, que consistió en pagar un subsidio a la producción forestal.

La tercera generación la constituye el Pago de Servicios Ambientales, sistema por el cual se han compensado 191.034 hectáreas.

ANEXO 1**ASPECTOS RELEVANTES DE LA LEY FORESTAL # 7575*****ARTICULO 3.***

k) Servicios ambientales: Los que brindan el bosque y las plantaciones forestales y que inciden directamente en la protección y el mejoramiento del medio ambiente. Son los siguientes: mitigación de emisiones de gases de efecto invernadero (fijación, reducción, secuestro, almacenamiento y absorción), protección del agua para uso urbano, rural o hidroeléctrico, protección de la biodiversidad para conservarla y uso sostenible, científico y farmacéutico, investigación y mejoramiento genético, protección de ecosistemas, formas de vida y belleza escénica natural para fines turísticos y científicos.

ARTICULO 46.- Creación del Fondo Nacional de Financiamiento Forestal

Se crea el Fondo Nacional de Financiamiento Forestal, cuyo objetivo será financiar, para beneficio de pequeños y medianos productores, mediante créditos u otros mecanismos de fomento del manejo del bosque, intervenido o no, los procesos de forestación, reforestación, viveros forestales, sistemas agroforestales, recuperación de áreas denudadas y los cambios tecnológicos en aprovechamiento e industrialización de los recursos forestales. También captará financiamiento para el pago de los servicios ambientales que brindan los bosques, las plantaciones forestales y otras actividades necesarias para fortalecer el desarrollo del sector de recursos naturales, que se establecerán en el reglamento de esta ley.

ARTICULO 47.- Patrimonio

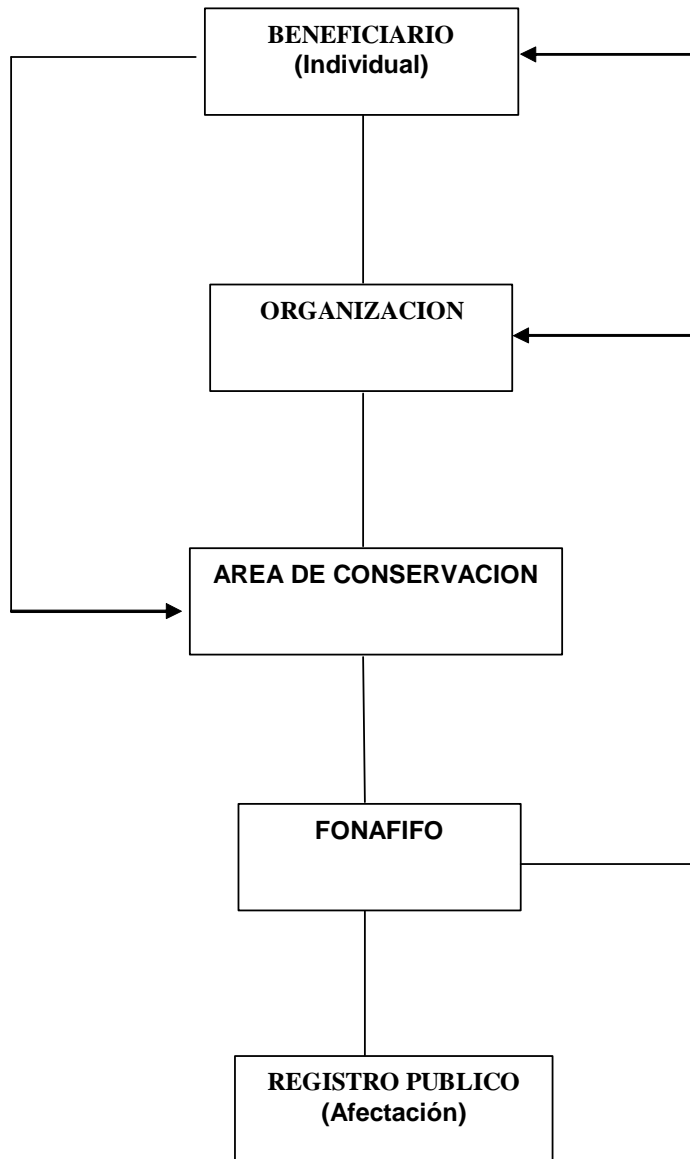
d) Recursos provenientes de la conversión de la deuda externa y del pago de los servicios ambientales que, por su gestión, realicen organizaciones privadas o públicas, nacionales o internacionales.

ARTICULO 69.- Apoyo a programas de compensación

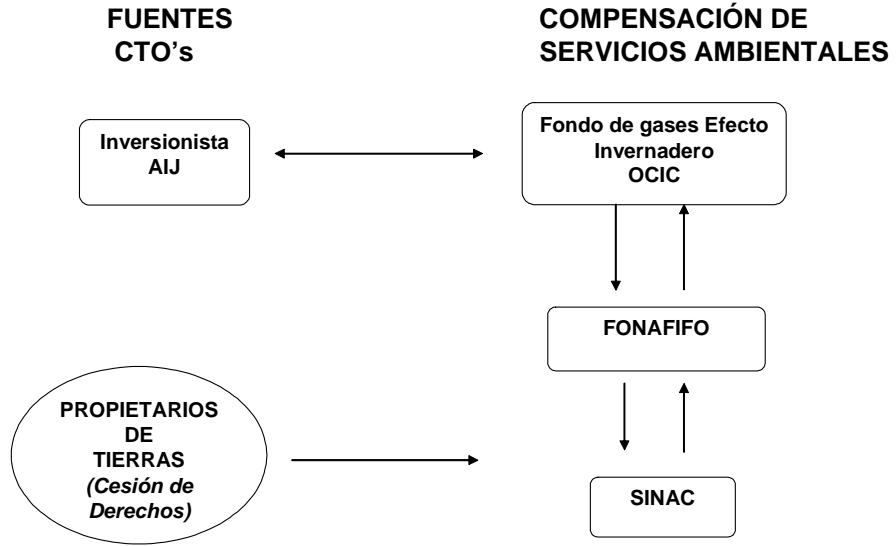
De los montos recaudados por el impuesto selectivo de consumo de los combustibles y otros hidrocarburos, anualmente se destinará un tercio a los programas de compensación a los propietarios de bosques y plantaciones forestales, por los servicios ambientales de mitigación de las emisiones de gases con efecto invernadero y por la protección y el desarrollo de la biodiversidad, que generan las actividades de protección, conservación y manejo de bosques naturales y plantaciones forestales. Estos programas serán promovidos por el Ministerio del Ambiente y Energía.

ANEXO 2

ESQUEMA DE PAGO DE SERVICIOS AMBIENTALES



ANEXO 3
Esquema de Venta de Carbono
Implementacion Conjunta
OCIC-FONAFIFO-SINAC



Comentarios

ANDRES MEJIA (COLOMBIA)

Considero por experiencia y conocimiento que uno de los grandes problemas para la reforestación en Colombia es la falta de material vegetal. He visto en repetidas oportunidades que quien quiera "hacer" su plantación, ya sea pequeña o a gran escala, se encuentra con la sorpresa que hay material exótico.

OTONIEL MONTERROSO (GUATEMALA)

Estimados participantes:

Mi comentario se refiere al tema de Políticas que han planteado Olman Segura, Albert Schram y algunos otros participantes.

Primero, considero que existe razón al decir que el modelo de PSA implementado en Costa Rica (y en Guatemala también) es un subsidio, puesto que representa un gasto fiscal. Es racional, entonces, que otros sectores fuera del forestal (o vinculados a éste) reclamen un subsidio de igual magnitud por los servicios ambientales que prestan. Por ello creo que debería ser posible crear subsidios a los sistemas silvopastoriles.

También se mencionó que bajo situaciones en las que existe una transacción entre dos agentes privados (un oferente y otro demandante) no existirá un subsidio; es decir, bajo situaciones de mercado podemos hablar de "pagos".

La condición de mercado, sin embargo, se podrá alcanzar en la medida que los servicios ambientales puedan "privatizarse". Y no solo eso, sino que existan las organizaciones e instituciones que puedan disminuir los costos de transacción de las operaciones de servicios ambientales (como se ha mencionado, un monitoreo puede costar US\$ 35 y el productor apenas recibir de \$ 5 a \$ 10). Si ninguna de estas dos condiciones se puede dar, o bien los costos de transacción son mayores a los beneficios, entonces el camino son los subsidios gubernamentales (o internacionales).

Para concluir, se puede decir que los temas de políticas pueden resumirse en:

1. Políticas vía mercado: privatización de servicios ambientales; costos de transacción (que incluye certificación) y organizaciones que intervengan en el intercambio.

2. Políticas con subsidios gubernamentales: pagos directos a los productores y diseño de instrumentos novedosos.

Me parece que la literatura económica empieza a discutir dichos temas, pero si alguien tiene información al respecto podría circularla, pues pareciera de interés.

LUCIO PEDRONI (COSTA RICA)

A la pregunta:

Quiénes serían los que "certifiquen que un SSP es generador de X servicio ambiental? serán empresas calificadas? quien les calificaría?, acontecerá algo similar como la certificación para la exportación de productos orgánicos?

La certificación es un proceso voluntario, al cual las empresas deciden someterse por razones diversas, incluyendo de imagen y de acceso a mercados. Los mercados para servicios ambientales son muy incipientes, así que no existen todavía prácticas establecidas de certificación y reglas definidas para acreditar a los certificadores. La única excepción es -quizás - el secuestro y reducción de emisiones de gases de efecto invernadero bajo el Protocolo de Kioto. En este caso se están formulando requisitos de certificación de las emisiones reducidas o secuestradas para los proyectos elegibles bajo el Mecanismo de Desarrollo Limpio (MDL).

Hasta la fecha no existen entidades acreditadas bajo el MDL que puedan certificar las emisiones reducidas o secuestradas. Sin embargo, existen empresas certificadoras internacionales, tales como SGS, Gerling Cert, GFA Terra Systems, entre otras, que ya han tomado la iniciativa de certificar algunos proyectos, por ejemplo proyectos de la fase piloto de la implementación conjunta. Bajo el MDL la certificación será hecha por entidades acreditadas por las autoridades internacionales del MDL. Es muy probable que las modalidades que se están Fondo Nacional de Financiamiento Forestal (FONAFIFO) en definiendo bajo el Protocolo de Kioto formen algún tipo de precedente para eventuales otros servicios ambientales que en futuro puedan llegar a ser vendidos en el mercado mundial bajo algún tipo de acuerdo internacional. Lo anterior no impide que a través de iniciativas privadas, bilaterales y hasta multilaterales se implementen proyectos para la venta de servicios ambientales que no tengan ningún tipo - u otro tipo - de requisito de certificación. Un ejemplo sin requisitos de certificación es el sistema por pago de servicios ambientales implementado a escala nacional por el Costa Rica.

A la pregunta:

Cuales serían las condiciones tecnológicas mínimas para determinar que un sistema silvopastoril es generador de un X servicio ambiental? Esta pregunta es difícil de contestar. Relacionando esta pregunta con la anterior podríamos anticipar que las condiciones tecnológicas mínimas dependen de los requisitos de la certificación. En el caso del secuestro y reducción de emisiones de gases de efecto invernadero, los requisitos definido por las empresas certificadoras arriba mencionadas son

bastante exigentes. Lo anterior quiere decir que empresas, propietarios de fincas, y comunidades rurales pequeñas no tendrán un acceso fácil al pago de servicios ambientales. Para estos grupos el acceso al pago por servicios ambientales será posible siempre y cuando algún ente de mayor capacidad haya logrado implementar un proyecto que los ayude técnicamente y que haga financieramente viable el proyecto al superar la masa crítica mínima necesaria para cubrir los costos de transacción.

RAUL VERA (CHILE)

Las estimaciones de CH₄ producidas por el ganado a partir de fórmulas de regresión están sujetas a errores y sesgos muy considerables. Típicamente, esas ecuaciones tienen coeficientes de determinación bajos (r^2 cuadrados de 0.5 a 0.7, y por tanto el asunto no es trivial. La tendencia actual parece ser la estimación del metano a partir de modelos mecanísticos del rumen. Ver, entre otros, las siguientes referencias:

- Benchaar, C; Rivest, J; Pomar, C; Chiquette, J. (1998): Prediction of methane production from dairy cows using existing mechanistic models and regression equations. *Journal of Animal Science* 76: 617-627.
- Mills, J.A.N; Dijkstra, J.; Bannink, A.; Cammell, S.B.; Kebreab, E; France, J (2001): A mechanistic model of whole-tract digestion and methanogenesis in the lactating dairy cow: model development, evaluation, and application. *Journal of Animal Science* 79:1584- 1597.
- Yates, C. M. *et al.* (2001) An integrated modelling approach to providing cost-effective means of reducing methane emissions from dairy cows. *Journal of Agricultural Science* 137:120.

CARLOS POMAREDA (COSTA RICA)

Con el permiso de los Moderadores, quiero hacer esta explicación sencilla, aunque algo más extensa que las otras en la Conferencia, para referirme a las razones para el manejo adecuado de los SSP y el porqué de la necesidad del marco normativo.

Existen por lo menos 5 razones para hacer un manejo adecuado de los SSP en una finca/empresa ninguna excluye a las otras. La primera es la necesidad y la oportunidad de mejorar los ingresos con los productos actuales; reducir los costos de insumos externos y bajar los costos netos; mejorar y diversificar los ingresos, (por la venta de madera por ejemplo) y en general capitalizar la finca con suelos de mejor calidad, aguas más limpias, árboles y biodiversidad. Es decir que en este caso, es una cuestión de lógica empresarial. Se podrían mejorar aún más los ingresos si se logra una certificación para "productos limpios", para nuevos mercados

La segunda es la posibilidad de establecer en la finca un proyecto agro turístico. Es decir que si las condiciones logradas en la finca, con un buen manejo de los SSP, son novedosas y agradables,

entonces se puede traer a la finca turistas, quienes están dispuestos a pagar por lo que van a ver y disfrutar. Esto incluye el comportamiento de los animales domésticos, la biodiversidad observable (aves, mamíferos, mariposas, especies de árboles, etc.) y algún atractivo especial (paseos a caballo, etc.) En este caso se necesita publicidad, enlaces con cadenas turísticas, servicios públicos en los alrededores, etc.; pero no necesariamente un mercado internacional. Sin embargo, si hay que tener una estrategia para atraer y mantener clientes; y a medida que el mercado se vaya desarrollando, competir con otros oferentes del servicio del agroturismo.

La tercera posibilidad, es establecer convenios y contratos con centros de investigación y universidades, para que, aprovechando la calidad de la biodiversidad y el ecosistema, realicen investigaciones y enseñanza. Esto puede ser una fuente de ingresos o tan solo contribuir a la imagen de la finca/empresa. Desde luego que en este caso es importante registrarse por las leyes nacionales e internacionales de manejo de la biodiversidad. Tan importante como ello son los términos del contrato entre las partes. En este caso se puede tener más de un contrato con distintos clientes, siendo necesario que no se presenten conflictos entre las partes que operan en el mismo territorio.

La cuarta posibilidad es ofrecer el servicio de protección de laderas o de una cuenca (si participan varias fincas) para mejorar la calidad del agua de escorrentía (menos sedimentos y residuos) y distribuir dicha escorrentía en un período prolongado de tiempo. De este servicio se benefician quienes están ubicados aguas abajo, quienes pueden ser otros productores, una municipalidad que provee agua potable a un pueblo o un proyecto hidroeléctrico, cuya duración y conservación de las turbinas serán mayores cuanto más limpia sea el agua. Estos beneficiarios también deberían estar dispuestos a pagar por el servicio; sin embargo podría ser que lo hagan solo si hay una ley que se los exija, siempre que los beneficios sean evidentes y que se demuestre que se deben a las mejores prácticas adoptadas por los finqueros.

Y el quinto caso es el del servicio de secuestro de Carbono (medido en toneladas por hectárea por año) que se logra acumular en los árboles en crecimiento y en sus raíces, en las raíces profundas de los pastos y en los suelos. En este caso, podrían estar dispuestos a pagar por este servicio quienes emiten Carbono (CO₂) a la atmósfera, es decir los conductores de vehículos (incluyendo los dueños de los autobuses y aviones) y las fábricas. Sin embargo, el oferente del servicio de secuestro de Carbono (el finquero) y el emisor de Carbono, se encuentran en lugares distintos y ambos alteran (positiva o negativamente según el caso) la calidad de un recurso público universal; la atmósfera.

Para concluir, hay que hacer los cambios en las fincas para comenzar a derivar beneficios del establecimiento de SSP, sin esperar que hayan nuevas leyes ni programas gubernamentales. Ellas vendrán, pero no hay que pensar que son indispensables. Cada día que pasa sin hacer algo positivo al respecto, es un día en el que la finca/empresa deja de ganar dinero y de contribuir al desarrollo.

CHARLES STAVER (NICARAGUA)

A pesar de todos los artículos y comentarios justificando el concepto de pago de servicios ambientales, no logro ver como es diferente a la venta de servicios de protección que ofrece la mafia. En el caso de fuentes de agua, el ganadero está diciendo que si no recibe recompensa, destruye la cuenca. Igualmente podríamos proponer que debemos de pagar a los ladrones para que no nos roben. Suena absurdo, pero es la misma lógica.

FERNANDO MADALENA (BRASIL)

Alguno de los participantes podría proporcionarnos una estimación del efecto sobre el calentamiento global de los sistemas pastorales de rumiantes domésticos relativo al total? Alguna vez leí que es del 2% solamente.

También, considerando sólo rumiantes en pasturas, los balances de C y C+ CH₄ son positivos o negativos en esta situación?

HERMENEGILDO LOZADA (MEXICO)

Estimados organizadores,

He seguido con curiosidad el tema del pago de servicios ambientales y estoy convencido de que deberían de hacerse algunas diferencias en el sujeto del pago. Considero absurdo pagar servicios ambientales a ganaderos que cuentan con miles de hectáreas de pastizales y de cabezas de ganado, por el simple hecho de que el sistema de producción sea el extensivo con un bajo uso de insumos externos. Faltaba más!!!. Este sector contribuye en gran medida en la generación de pobreza de las regiones tropicales en un sentido amplio de la palabra. De hecho el efecto de tala de bosques que se ha reportado como un factor asociado a la pobreza, es inducido precisamente por este modelo extensivo que acapara grandes extensiones en unas cuantas manos. En este sentido considero que el servicio debería de pagarse a aquellos ganaderos que no cuentan con tierra y que utilizan pastizales naturales que no tienen uso (ni propietario). En este sentido estaríamos hablando de los sistemas silvopastorales que son manejados por miles de pequeños productores de los estratos desprotegidos (pobres) de la población. Pienso que en este sentido debería de aplicarse al análisis de la discusión sobre el tema, el concepto de la sustentabilidad que implicaría el beneficio para amplios sectores sociales.

Gracias

JORGE BOTERO (COLOMBIA)

Las ventajas productivas de los SSP están ampliamente documentadas y han mostrado su sostenibilidad; es sobre esta base que se debe estimular a los ganaderos del trópico a establecer reforestaciones y montar en sus explotaciones SSP. Esto le garantiza mayor productividad, mayor rentabilidad y las ventajas ambientales que proporciona. El pago por estos servicios ambientales es bienvenido, pero si no se dan, de todas maneras se debe establecer los SSP; por lo tanto la discusión debe tener otro enfoque: el de la sostenibilidad económica y ambiental

JAIRO MORA-DELGADO (COLOMBIA)

Es evidente que las discusiones se han centrado en aspectos físico-biológicos, dejando de lado las implicaciones políticas, sociales y regulatorias que tienen los ecomercados. Posiblemente este sesgo este relacionado con una formación analítica biologista de la cual provenimos muchos de los que nos interesamos por estos temas. De todas maneras tenía la esperanza que los últimos comentarios versaran sobre aspectos de política.

A propósito del comentario del señor Losada quiero comentar lo siguiente. Sin lugar a dudas el montaje de un sistema de PSA debe ser selectivo, pues no tiene mucho sentido pagar el servicio ambiental en latifundios improductivos y desfavorecer a pequeños productores. Sobre este aspecto es interesante el estudio de María Gutiérrez (Ponencia 11), el cual con datos preliminares sugiere que los mayores beneficiarios del PSA en Costa Rica han sido propietarios de grandes extensiones de tierra a diferencia de los pequeños propietarios quienes han sido obstaculizados por parte del IDA o el MINAE para acceder al PSA o boicoteado su deseo de acceder al pago con requisitos insalvables por el usuario o la organización de base. También, Miguel Altieri toca el tema cuando señala que los servicios ambientales deben ser reconocidos a los pequeños productores campesinos que son los que conservan la agro-biodiversidad.

Pienso que la operacionalización del PSA debe estar basada en principios éticos, técnicos y de equidad social. Primero, el pago monetario de un servicio ambiental no debería perpetuarse, pues este debe ser transitorio mientras la humanidad internaliza una nueva relación de convivencia con los recursos naturales, es decir mientras se construye una ética y una racionalidad ambiental. Segundo, en términos prácticos, algunas formas de manejar esta situación podrían estar relacionadas con una eficiente selección de los beneficiarios de proyectos de PSA (*e.g.* debe ser selectivo hacia pequeños y medianos propietarios) y con el estímulo al uso de tecnologías agroforestales y limpias. Todo esto sustentado en una eficiente y fuerte organización de los productores y un apoyo técnico eficiente de las instancias u organismos certificadores. Con estos premisas se podrían ejecutar proyectos de PSA orientados a quienes en realidad merecen dicho pago y se evitaría pagar a manejadores de sistemas ganaderos extensivos.

HERMENEGILDO LOZADA (MEXICO)

Estimados organizadores,

Por lo visto, la sugerencia de que el pago de servicios ambientales se ubicara en pequeños productores ha tocado un punto sensible en este evento a menudo secundarizado por las cuestiones biológicas. La indicación de María Gutiérrez (Ponencia 11), confirma nuestra sospecha de que los mayores beneficiarios del PSA en Costa Rica fueron los propietarios de grandes extensiones de tierra. Esta situación no me parece extraña ya que en los últimos tiempos se nos ha vendido la idea de que los pequeños productores sin tierra son los causantes de la deforestación y del efecto del green-

house por la adopción de sistemas agrícolas de roza-tumba y quema o ganaderos silvopastorales. Yo nunca he visto talar una selva con hacha ni quemarla con cerillos y si en cambio, he sido testigo de su destrucción masiva por el sistema de cadenas manejada por los grandes tractores pertenecientes a las grandes compañías americanas, inglesas o alemanas y/o su quema con lanzallamas. Por esa razón no basta con decir que en el pago de los PSA se debe definir el tipo de propietario según una clasificación arbitraria como lo sugieren los organizadores, sinó que se debe puntualizar que el pago tenga como destinatario final a los pequeños propietarios que usan sistemas que preservan el medio ambiente. No debemos de olvidar que estos sistemas existían antes del efecto green-house!!!.

Gracias

ALFREDO RUIZ (COSTA RICA)

Buenos días, me tomo la palabra para hacer un comentario sobre lo que el Sr. Jairo Mora esta respondiendo al Sr. Hermenegildo Losada.

Considero que existe mucha confusión en lo que se discute respecto a PSA, políticas para su fomento, mercados de servicios ambientales. En primer lugar el mercado no tiene rostro social, en él entran los que producen un bien y lo ponen al acceso de demandantes de este bien, por tanto me parece que es contradictorio hablar de mercados y mezclar esto con un control de quienes forman parte de los programas de PSA.

Por otro lado, considero que al igual que un potencial contaminador se convierte en un potencial demandante de servicios ambientales, pues cualquier productor de servicios debe ser un oferente del mismo y debería existir mas que este principio para que pueda ser incluido.

La discusión mas bien debe centrarse en como hacer que estemercado sea más democrático que muchos otros, o sea que nadie pueda ser excluido y que existan oportunidades para todos y no necesariamente tener que orientar quienes entran y quienes no entran.

Gracias.

JAIRO MORA-DELGADO (COLOMBIA)

Es interesante la apreciación del señor Ruiz, sin embargo pienso que en esto de cómo van a funcionar los ecomercados, tenemos que ser prudentes. Posiblemente la idea de mercados abiertos donde todos participan en igualdad de condiciones, oferentes y demandantes, sea atractiva, sin embargo, bajo ese mismo credo se podría caer en prácticas anti-ambientales. Por ejemplo, que hacemos si a nombre del libre mercado aceptamos la compraventa de carbono secuestrado sin importar de donde provenga?. ¿Cabría en dicha lógica sustituir bosques naturales por plantaciones de especies forestales más rendidoras y por lo tanto más "productivas" en la contabilidad del Carbono secuestrado?

En el juego del libre mercado es válido aceptar que unos oferentes tengan la posibilidad de destinar grandes extensiones de tierra para plantaciones comerciales (monocultivos de Carbono??), sin preocuparse que su seguridad alimentaria sea amenazada, y que otros no tengan esa posibilidad,

simplemente porque la poca tierra que poseen tienen que destinarla para cultivar sus alimentos. Bajo las leyes del mercado libre y democrático a ambos se les debe tratar por igual ¿pero, es ético y socialmente equitativo? Pregunto: bajo las leyes de mercados democráticos podríamos aceptar la compraventa de Carbono proveniente de plantaciones ilícitas?, estoy seguro que la respuesta es No. Entonces debe ser un mercado regulado por el Estado.

No tengo las respuestas a muchas inquietudes, pero si tengo la sospecha que lo que denominan mercados democráticos no es la solución. Lo que quiero enfatizar es que si el mercado libre no tiene rostro social, para eso está el Estado para regularlo y ponerle el rostro social. Los Estados deben regular por encima de los compradores particulares de Carbono o de cualquier otro servicio ambiental.

MANUEL AVILA-CHYTIL (USA)

Estimados Organizadores,

Creo que es importante que tengamos en claro lo que estamos buscando con el PSA. Los objetivos son tratar de que cada vez mas propietarios, tengan el área que tengan, produzcan estos servicios o estamos buscando equilibrarlo con un trabajo social de ayuda a los productores mas necesitados y con menos tierra. Posiblemente en un mundo ideal querriamos solucionar los dos problemas al mismo tiempo. Pero hay que tener en cuenta si nuestro objetivo es que cada vez se secuestre mas carbono muchos productores medianos y grandes deberan ser incluidos en la lista de productores de servicios ambientales. Creo que es temerario decir que los productores con menos área queman o deforestan menos área y los grandes lo hacen en grandes áreas. Es dificil de negar que con los controles de tala y quema actuales en la mayoria de los paises latinoamericanos es mucho mas facil quemar áreas menores que grandes extensiones de tierra facilmente detectables. Por otro lado, en muchos de los estudios que se estan desarrollando actualmente se ha encontrado que en la mayoria de los productores con menos recursos no serian capaces de absorver los gastos iniciales de implantacion silvicola ni siquiera si el pago es asegurado por 5 años. Por lo tanto solo los productores con mas recursos serian capaces de sembrar arboles para producir esos servicios. Conuerdo totalmente con la palabras del moderador que hablan acerca de las diferenciaciones entre propietarios de tamaños diferentes, pero no creo que la solucion y la situacion sea tan simple como la detalla el Sr. Lozada. Tal vez se puedan encontrar tasas de pago por tamaño, produccion y zonas agroecologicas. Creo que la integracion de GIS y con muestreos in situ pueden ser muy utiles en estos casos.

Síntesis conceptual

LOS MODERADORES

INTRODUCCION

Esta conferencia tiene su origen en el reconocimiento hecho en numerosas investigaciones y experiencias de productores, de que el desarrollo y manejo adecuado de los sistemas silvopastoriles (SSP) constituye una decisión adecuada. Ello permite por un lado la mejor alimentación del ganado, la generación y venta de bienes como la madera, la capitalización de las unidades de producción y la venta de servicios ambientales.

Se ha identificado como los principales servicios ambientales que se pueden generar por medio del manejo de SSP, el secuestro de carbono, el manejo de escorrentías de agua, la biodiversidad, y crear condiciones apropiadas para el agroturismo. Este manejo genera beneficios directos a través de los mercados ya existentes de bienes tangibles, pero también constituye un potencial, a medida que se vayan desarrollando los mercados para servicios ambientales.

El potencial existente requiere desarrollarse en base a un mejor conocimiento de los aspectos biofísicos inherentes al desarrollo de los SSP; el entendimiento de los flujos e inventarios de carbono, como condición para la prestación del servicio de secuestro de carbono; los principios económicos y sociales que orientan el proceso en las fincas; y el marco regulatorio y la naturaleza de los mercados para los servicios ambientales. Con esta consideración, la conferencia se organizó para discutir cada uno de estos cuatro aspectos en una semana.

El diseño de la conferencia tenía el propósito de estimular el diálogo profesional interdisciplinario, y a nivel global, sin restringirse a alguna región o país en particular. Por la naturaleza del tema, podíamos esperar dos características del debate. Primero que se focalizaría en los SSP de las regiones tropicales. Y segundo, que la mayor parte del debate se diera en los aspectos biofísicos y técnicos, y en menor grado en cuanto a los mercados y el marco regulatorio. Los resultados confirman estas expectativas, y al mismo tiempo justifican insistir en el enfoque multidisciplinario.

A continuación presentamos una síntesis de los aspectos mas relevantes que han sido discutidos a través de las ponencias centrales, la participación de los conferencistas y los moderadores, en un total de aproximadamente 100 intervenciones. Es posible que en el resumen no seamos exactos en cuanto a las intervenciones específicas en cada sesión, debido al vínculo que existe entre temas, y que se hizo evidente en el debate.

ASPECTOS BIOFÍSICOS

Los principales hallazgos de las investigaciones sobre SSP, revelan la importancia de la biodiversidad como fuente esencial del desarrollo de estos sistemas. Se ha reconocido que esta biodiversidad debe valorarse al nivel de los microorganismos, los sitios o lugares particulares, las fincas, y los corredores biológicos.

Se ha destacado también que existe una compleja trama de relaciones biofísicas entre suelo, planta, agua, animales, personas, y el ambiente externo, especialmente las condiciones de clima; y que es difícil de interpretar y seguir a través del tiempo.

Se han desarrollado varias investigaciones con el propósito de valorar la calidad de la biodiversidad, pudiéndose apreciar en algunos casos el énfasis en la medición detallada de procesos a nivel micro, y en otros casos las mediciones más “gruesas” que permiten apreciaciones sobre el cambio de la biodiversidad y la evolución de los SSP a nivel de finca. En ambos casos hay aun un gran trabajo por hacer para generar más conocimiento sobre estos aspectos.

Sobre el desarrollo de los SSP, se ha destacado que está influenciado significativamente por el quehacer humano y por la participación de los animales en estos sistemas. Ello hace las mediciones más complejas que en el caso de los bosques, en donde no se tiene la participación del hombre y de los animales domésticos.

DINÁMICA DEL CARBONO

El concepto de secuestro de Carbono ha requerido una explicación por cuanto se aplica con la idea de que dicho proceso constituye un servicio ambiental. Se sustenta en la noción de que las emisiones de Carbono hechas por la actividad humana en su quehacer social y en la industria, entran a la atmósfera como parte de un macro proceso, y que alguien puede “secuestrar” dicho Carbono al hacer desarrollar los árboles y los pastos con sistemas radiculares profundos. En el primer caso el secuestro ocurre especialmente en los troncos de los árboles y en el segundo en las raíces y el suelo.

En la práctica el proceso es bastante más complejo por cuanto el Carbono está en permanente circulación entre la atmósfera, los árboles, las raíces, el subsuelo y las aguas profundas, e inclusive los océanos. En algún momento este flujo crea acumulaciones de Carbono que se pueden retener con cierto grado de seguridad de que no ocurrirá una pérdida. Ella ocurre cuando se queman los bosques o cuando en los suelos se produce la oxidación.

La seguridad del secuestro versus los riesgos de pérdida, constituyen la esencia de la definición del servicio de secuestro de Carbono. El servicio puede ofrecerse si al mismo tiempo se da la garantía de que cada tonelada de Carbono secuestrada se podrá retener a perpetuidad.

Un aspecto destacado en esta sesión es el balance neto de gases que ocurre como parte del ciclo biológico de los bovinos y los cultivos de pastos. En el primer caso los animales a través de su proceso ruminal emiten metano, y en el segundo caso, los pastos son fertilizados con abonos nitrogenados,

emitiéndose dióxido de Nitrógeno. El efecto neto que estos tres gases tienen en la atmósfera y por lo tanto en la capa de Ozono, ya ha sido referido, sin embargo aun quedan importantes aspectos a ser investigados.

ASPECTOS SOCIOECONÓMICOS

La prestación de servicios ambientales en fincas que hacen un manejo adecuado de los SSP, está expuesta a la racionalidad económica, en la medida que el ganadero esperaría recibir un pago por ofrecer estos servicios. Se ha destacado sin embargo dos aspectos. El primero es que el productor está generando beneficios directos cuando hace un manejo adecuado de los SSP, y que por lo tanto no habría necesidad de una compensación adicional por hacer las cosas bien. El segundo es el argumento de que ofrecer un pago constituye un tipo de soborno en la medida que se estaría haciendo para que el productor no haga las cosas mal.

Otro aspecto relacionado es la dicotomía entre pagar a los pequeños o a los grandes productores. Por un lado algunos argumentan que debe preferirse a los pequeños, como una forma de compensar por la inequidad que existe en los mercados de bienes, y los altos costos de transacción que contribuyen a sus bajos ingresos. Por otro lado hay quienes sostienen que el servicio de secuestro de Carbono, debe pagarse solamente a quienes demuestran que están ofreciendo el servicio independientemente del tamaño de las fincas.

También se ha señalado que el productor puede generar beneficios directos si recibe los estímulos adecuados para hacer un buen manejo de los SSP. Estos beneficios directos se reciben cuando mejora la calidad de los pastos, se incorpora materia orgánica a los suelos, se produce madera cuyo destino es la fabricación de muebles, artesanías y otros productos durables, y cuando se crean condiciones para desarrollar en las fincas proyectos agro-turísticos. En todos estos casos hay una motivación económica genuina sin esperar el pago de los servicios ambientales.

También se ha señalado que hacer un manejo adecuado de los SSP permite fortalecer la capacidad productiva en general, y por lo tanto se estaría contribuyendo a mejorar las condiciones de seguridad alimentaria de la familia. La idea puede llevarse también a nivel nacional, en la medida que se estaría diversificando la producción y lográndola a menores costos y con menores requerimientos de insumos externos a las fincas.

MERCADOS Y MARCO REGULATORIO

La primera inquietud en este campo concierne a la duda que sobre si realmente existe un mercado para cada uno de los servicios ambientales. En el caso de los servicios de biodiversidad, y control de escorrentías, se trata mas bien de posibles relaciones contractuales entre actores privados claramente identificados, por ejemplo los ganaderos que cuidan sus fincas en laderas y los productores aguas abajo que se benefician de aguas mas limpias y mejor distribuidas a través del tiempo. Puede ser también el caso de un ganadero en cuya propiedad se ha desarrollado un ecosistema que favorece la presencia de aves y que alquila su finca a un centro de investigación para estudiar el comportamiento de las aves.

En el caso del mercado de servicios de secuestro de Carbono la situación es menos definida. Los emisores se ubican alrededor de todo el mundo, y algunos de ellos estarían dispuestos a pagar para que “alguien” en otro lugar del mundo ofrezca el servicio de secuestrar el Carbono emitido. En este caso, sin embargo, los emisores estarían optando por esta medida en tanto constituya una alternativa de menor costo a eliminar las emisiones o a pagar los impuestos que le exija su país por contaminar el ambiente. En este caso aun está por definirse las reglas universales bajo las cuales se desarrollarán las transacciones en este mercado. Los avances en el Protocolo de Kyoto revelarán el grado en el que se pueda alcanzar dicho marco regulatorio.

En relación a esto último tanto los documentos centrales presentados en la Conferencia, como las distintas intervenciones, han puesto de manifiesto la dimensión política de las relaciones Norte-Sur en este terreno. Se ha señalado que los países desarrollados, o mas específicamente, las empresas allí ubicadas no pueden pretender esconder un problema de ineficiencia económica, pagando cantidades ínfimas de dinero a los países y/o propietarios de fincas y bosques en los países en desarrollo, en lugar de resolver los problemas de raíz.

COMENTARIO FINAL

En esta síntesis del debate hemos tratado de realzar los puntos centrales de la discusión, y nos hemos propuesto lograrlo en forma muy concisa. Este mensaje puede ser complementado a través de la lectura del resumen ejecutivo de la Conferencia en el cual se presentan los resúmenes de las ponencias, los comentarios de los participantes, y las síntesis de los moderadores en cada sesión.

Conclusiones Y Evaluación De La Conferencia Electrónica

MAURICIO ROSALES

La Conferencia se caracterizó por una participación pasiva pero muy atenta respuesta a la solicitud de libros y respuesta a la encuesta.

DESARROLLO DE LA CONFERENCIA

La conferencia se llevó a cabo por espacio de 5 semanas desde el 22 de Octubre hasta el 26 de Noviembre de 2001. Se publicaron 8 artículos en cuatro sesiones.

EVALUACIÓN

Se pidió a los participantes que contestaran en forma voluntaria, una encuesta para calificar la conferencia. Se recibieron 110 respuestas lo que corresponde a una muestra del 14% sobre el total de participantes. La información sobre el país del participante se recolectó de la dirección electrónica. Este método presenta la limitación que muchos participantes utilizaron servidores de correo de un país diferente al de residencia. A pesar de esto se logró obtener una idea muy acertada de la distribución geográfica de los participantes.

Participantes y Participación

En la conferencia participaron 712 personas de por lo menos 39 países de todo el globo excepto África. De ellas sólo un 7.4% participó activamente a través del envío de comentarios, a pesar que cerca de un 70% de los participantes leyeron los artículos inmediatamente y el resto los salvó para su posterior lectura.

De las personas que contestaron la encuesta, 21 eran mujeres lo que pudiera representar un 19% de participación femenina en la conferencia.

Cuadro 1. Perfil de los participantes

Tipo de cargo	% de los participantes
Investigadores	24.2

Coordinadores de programas	17.2
Directores	16.2
Consultores y asesores	16.2
Profesores	13.1
Estudiantes	10.1
Particulares	3.0

De acuerdo con el Cuadro 1, el más alto porcentaje de los participantes eran investigadores. Un número importante de participantes correspondió a personas con alguna influencia sobre el desarrollo de la investigación y la extensión como directores de organizaciones, coordinadores de programas, consultores y asesores. En cuanto al resto de participantes, estos se dividieron en proporciones similares entre profesores universitarios y estudiantes. Es importante resaltar la incipiente proporción de productores en esta modalidad de conferencias electrónicas.

Una gran parte del área de especialización de los participantes, fue el área de producción animal. Con respecto a pasadas conferencias electrónicas en el área de agroforestería pecuaria, se ha incrementado el número de participantes especializados en la parte medio ambiental y notablemente, la participación de los productores ha subido desde el 1.4% a un importante 10.3%.

Cuadro 2: Área de especialización de los participantes

Área	% de participantes
Animal	37.1
Medioambiental	16.5
Otras*	14.4
Agrícola	11.3
Productores	10.3
Forestal	7.2
Social	3.1

* Otras áreas de especialización incluyeron economía (socio ambiental, agropecuaria, ambiental), comercialización agrícola, agrometeorología y agroforestería.

Cuadro 3. Áreas de interés de los participantes

Tema	Descripción
Agroforestería	Sistemas Silvoagrícolas, Sistemas Silvopastoriles, interacciones suelo-árbol-pastura-animal, sistemas multiestratos, bancos forrajeros, sistemas agroforestales pecuarios.
Forestal	Reforestación comercial, secuestro de carbono
Agronomía	Manejo de suelos y aguas, secuestro de carbono en suelo, fertilidad y conservación de suelos, rehabilitación de pasturas degradadas, manejo de pasturas tropicales,

	utilización y conservación de recursos fitogenéticos.
Producción Animal	Producción de leche orgánica, bovinocultura (leche, carne) y ganadería bovina de doble propósito, reproducción animal, Ganadería bovina de sabanas, mejora genética animal.
Nutrición Animal	Usos de recursos locales, uso de subproductos agrícolas, nutrición y producción de pequeños rumiantes, evaluación de plantas nativas para la producción animal, nutrición de rumiantes.
Sistemas Sostenibles de Producción Agropecuaria	Sistemas integrados de producción agropecuaria, sistemas de producción de pequeña escala, biomasa y sistemas energéticos, producción limpia.
Medio Ambiente	Tratamiento de efluentes, sistemas de remediación de contaminación en sistemas pecuarios intensivos, manejo de recursos naturales, rehabilitación de áreas degradadas, protección de ambientes acuáticos en zonas ganaderas, manejo de cuencas hidrográficas, conservación de biodiversidad en paisajes
Político y Social	Desarrollo rural, políticas ambientales y económicas, planificación del uso de las tierras, pago de servicios ambientales, desarrollo agroempresarial, restauración participativa de espacios degradados.

Perfil de las instituciones participantes

La mayoría de personas participó desde una organización gubernamental, aunque la mayor parte de estas correspondió a universidades estatales, hubo un nivel aceptable de participación de personas adscritas a Ministerios de Agricultura, Ganadería, Medio Ambiente y de autoridades locales. Las organizaciones de tipo privado también alcanzaron un nivel alto de representación (casi un 30%). La mayor parte de los participantes (91.9%) provenía de instituciones cuya área de influencia es Latino América y el Caribe. Ver cuadros 4 y 5.

Cuadro 4: Tipo de Institución

Tipo	% de los participantes
Internacional	14.1
Gubernamental	42.4
ONG	14.1
Otra (Privada)	29.3

Cuadro 5: Área de influencia de la institución

Área de influencia	%
Global	7.1
América Central	34.3
América del Sur	57.6
Asia	1.0
África	0.0

Participación por países

A pesar de ser una conferencia dirigida especialmente a Latino América la conferencia atrajo el interés de participantes de todo el mundo excepto África. La distribución por países fué obtenida del nombre del dominio al cual esta adscrito la dirección electrónica. Esto dá una idea de la proveniencia de los participantes aunque no necesariamente de su ubicación geográfica, ya que se pueden utilizar servidores de correo que no están necesariamente en el país. Sin embargo, y teniendo en cuenta estas limitaciones, se puede evidenciar que la mayor parte de los participantes pertenecían a un país de América Latina o el Caribe. Todos los países de América continental estuvieron representados con excepción de Guayana, Guayana Francesa y Surinam. El Caribe estuvo representado por Antillas, Cuba, Haití y República Dominicana.

Cuadro 6: Participación por países.

Región	Países
Latino América y El Caribe (432 participantes)	Antillas, Argentina, Bolivia, Brasil, Chile, Colombia, Costa Rica, Cuba, Ecuador, El Salvador, Guatemala, Haití, Honduras, Mexico, Nicaragua, Perú, República Dominicana, Uruguay, Venezuela.
Europa (61 participantes)	Alemania, Dinamarca, España, Francia*, Grecia, Holanda, Italia*, Portugal, Reino Unido, República Checa, Suecia.
Norte América (207 participantes**)	Canadá, Estados Unidos (incluye 11 dominios educacionales (EDU), 23 de redes (NET), 26** de organizaciones (ORG) y 145 dominios comerciales).
Asia (9 participantes)	Cambodia, Filipinas, Vietnam.
Oceanía (1 participante)	Nueva Zelanda.

* Principalmente participantes de CIRAD en Francia y FAO e IFAD en Italia.

** Incluye participantes de todos los países en la tabla además de Panamá, Paraguay y Puerto Rico, participantes que usan dominios comerciales en Estados Unidos para correo electrónico; estudiantes de varias nacionalidades en universidades americanas y organizaciones de cobertura global tales como Banco Mundial, Instituciones de CGIAR, etc.

El éxito de la conferencia puede medirse en el amplio rango de países que cubrió pero también en la cobertura casi total del ámbito Latino Americano y Caribe al cual estaba dirigida.

Calificación

La encuesta permitió conocer la calificación dada por los participantes a la conferencia. Los resultados pueden verse en el cuadro 7.

Cuadro 7: Calificación de la conferencia electrónica

Calificación	Mala	Regular	Buena	Excelente
	% de los participantes			
General	1.0	7.4	55.3	36.3
Selección de temas	0.0	8.3	58.3	33.4
Calidad (contenido) de los artículos	0.0	10.7	59.1	30.2
Promedio general	0..3	8.8	57.6	33.3

De acuerdo con el promedio general un alto porcentaje de los participantes (90.9%) calificó la conferencia como buena y excelente. Sólo un 0.3% calificó la conferencia como mala y un 8.8% como regular.

En cuanto a la disponibilidad de los artículos, existieron posiciones divididas, ya que un 56.8% de los encuestados consideró que la frecuencia de 3 artículos por semana fué excesivo, mientras que el 43.1% consideró lo contrario. Porcentajes similares se encontraron en cuanto a la propuesta de 2 artículos por semana; un 58.5% prefirió una conferencia más pausada mientras que un 41.4% prefiere una conferencia más ágil. El 75% de los encuestados considera que un artículo por semana no sería adecuado.

Un alto porcentaje de los participantes que respondieron la encuesta (71%) leyó las ponencias y comentarios casi inmediatamente estuvieron disponibles, el resto decidió salvar las ponencias y comentarios para leerlas posteriormente y/o para distribuir las entre colegas y estudiantes. Sólo un 7% de los encuestados participó activamente con comentarios y ningún participante hizo sugerencias de lecturas o de vínculos adicionales. Un 46% de los participantes invitó a otros colegas a inscribirse en la conferencia, lo que seguramente contribuyó a la numerosa participación obtenida.

Se plantearon múltiples sugerencias entre las más frecuentes se encuentran: una mayor información de otras actividades y otros temas afines, mantener activa la lista a través del mecanismo de redes, hacer más amplia la participación de ponentes (anunciar con mayor anterioridad para la presentación de ponencias, hacer disponible información sobre los ponentes y su trayectoria); exponer estudios de caso, compilar bases de datos de instituciones que lleven a cabo proyectos silvopastoriles y de cursos de pos grado; base de datos de contactos y experiencias en el pago de servicios ambientales; publicación de las memorias en medio impreso y una mayor participación de los sectores productivos, campesinos y de la sociedad civil.

Estas sugerencias son bienvenidas, especialmente debido a que la mayor parte de ellas están en este momento bajo desarrollo. En cuanto a un mayor interacción y provisión de información, la plataforma en Español de la Iniciativa Ganadería, Medio Ambiente y Desarrollo, está compilando gran cantidad de información sobre el tema y compilando bases de datos de instituciones (<http://lead-es.virtualcentre.org>). La Red Latino Americana de Agroforestería Pecuaria

(<http://www.cipav.org.co/redagrofor/index.html>) se fortalecerá también con información y bases de datos.

La lista de la conferencia **LEAD-FPI-ECONF-L@mailserv.fao.org** servirá para hacer crecer y madurar la red de personas e instituciones interesadas en el área de producción sostenible con énfasis en agroforestería pecuaria y pagos por servicios ambientales a la ganadería sostenible.

Las memorias de la conferencia pueden accederse en **<http://lead-es.virtualcentre.org/es/frame.htm>** bajo la sección "Conferencias Electrónicas" en el menú principal). La conferencia evidenció una mayor participación de los sectores productivos. Sin embargo, sería iluso pretender que a través de medios netamente electrónicos se alcancen todos los sectores. Las memorias se producirán en medio impreso.

Autores

Muhammad Ibrahim, Ph.D.

Departamento de Agroforestería - CATIE

CATIE, 7170 Turrialba, Costa Rica.

mibrahim@catie.ac.cr

Mauricio Rosales, Ph.D.

Livestock, Environment and Development Initiative (LEAD)

Animal Production and Health Division FAO

mauricio.rosales@fao.org

Jairo Mora-Delgado, Ph.D.

Plataforma Electrónica Sobre Ganadería y Medio Ambiente - LEAD/CATIE

CATIE, 7170 Turrialba, Costa Rica.

jairo.mora@virtualcentre.org

Celia A. Harvey, Ph.D.

Departamento de Agroforestería - CATIE

CATIE, 7170 Turrialba, Costa Rica.

charvey@catie.ac.cr

Marie - Noël de Visscher, Ph.D.

Departamento de cría y Medicina Veterinaria Tropicales – Programa Ecosistemas Naturales y Pastorales

CIRAD, TA 30/F 34398 Montpellier Cedex 5 Francia.

marie-noel.de_visscher@cirad.fr

Markku Kanninen, Ph.D.

Subdirección de Investigaciones - CATIE

CATIE, 7170 Turrialba, Costa Rica.

kanninen@catie.ac.cr

Hernán J. Andrade, Ph.D. (cand.)

Escuela de Posgrados - Programa de Doctorado - CATIE

CATIE, 7170 Turrialba, Costa Rica

handrade@catie.ac.cr

Karla Arias Sánchez, M.Sc.

Instituto Universitario de Tecnología del Yaracuy, San Felipe.

Venezuela, San Felipe Dirección: Km 3, Sector Ermita, frente a Multifruit

Carlos Ruiz-Silvera, M.Sc.

**Programa de Agricultura Tropical Sostenible, Fundación Polar, San Felipe.
Venezuela**

Héctor Fabio Messa, M.Sc.

**Programa de Agricultura Tropical Sostenible, Fundación Polar, San Felipe.
Venezuela**

Manuel Milla, M.Sc.

**Instituto Universitario de Tecnología del Yaracuy, San Felipe.
Venezuela, San Felipe Dirección: Km 3, Sector Ermita, frente a Multifruit**

Aquiles Escobar, M.Sc.

**Instituto de Producción Animal, UCV, Maracay, Venezuela
Venezuela. Av. Ppal El Limón - Maracay Apdo. postal 4579.**

Mario Piedra, Ph.D.

**Departamento de Desarrollo Rural y Ambiente - CATIE
CATIE, 7170 Turrialba, Costa Rica
mpiedra@catie.ac.cr**

David Kaimowitz, Ph.D.

**Center for International Forestry Research, CIFOR
P.O. BOX 6596, JKPWB Jakarta 10065, Indonesia
D.KAIMOWITZ@CGIAR.ORG**

Arild Angelsen, Ph.D.

**Center for International Forestry Research, CIFOR
P.O. Box 6596, JKPWB, Jakarta 10065, Indonesia
a.angelsen@cgnet.com**

Paul J. Ferraro, Ph.D.

**Andrew Young School of Policy Studies - Georgia State University
University Plaza, Atlanta, GA 30303-3083
pferraro@gsu.edu**

Carlos Pomareda, Ph.D.

**Servicios Internacionales Para El Desarrollo Empresarial
Apartado 111-2050, San José, Costa Rica
sidesa@racsa.co.cr**

Lucio Pedroni, Ph.D.

**Grupo De Cambio Climatico - CATIE
CATIE, 7170 Turrialba, Costa Rica
lpedroni@catie.ac.cr**

Miguel Altieri, Ph.D.

**University of California at Berkeley
215 Mulford Hall 642-9802**

agroeco3@nature.berkeley.edu

María Gutiérrez, Ph.D. (cand.)

**The Graduate School and University Center, City University of New York
365 Fifth Avenue, New York NY 10016-4309
findmariagtz@yahoo.com**

Marco Vinicio Araya, MBA.

**Ministerio Del Ambiente Y Energía, MINAE
Costa Rica
maraya@ns.minae.go.cr**

Guillermo Jiménez Ferrer, Ph.D.

**El Colegio de la Frontera Sur (ECOSUR)
Carr. Panamericana y Periférico Sur s/n, San Cristóbal de las Casas Chiapas, 29200, México
gjimenez@sclc.ecosur.mx**

Lorena Soto Pinto, Ph.D.

**El Colegio de la Frontera Sur (ECOSUR)
Carr. Panamericana y Periférico Sur s/n, San Cristóbal de las Casas Chiapas, 29200, México
gjimenez@sclc.ecosur.mx**

Ben de Jong, Ph.D.

**El Colegio de la Frontera Sur (ECOSUR)
Carr. Panamericana y Periférico Sur s/n, San Cristóbal de las Casas, Chiapas, 29200, México
gjimenez@sclc.ecosur.mx**

Adalberto Vargas, Ing.

**AMBIO S.C. (Sociedad Cooperativa).
Cuitlahuac 30, Barrio La Merced, San Cristóbal de las Casas, Chiapas, 29220, México.
ambio@sancristobal.com.mx**

Jorge Ribaski, Ph.D.

**EMBRAPA FLORESTAS.
Emílio Cornelsen, 129-apto. 101, Bairro: AHÜ, Curitiba, PR. CEP 80540-220
ribaski@cnpf.embrapa.br**

Miroslava Rakocevic, Ph.D.

**EMBRAPA FLORESTAS.
Emílio Cornelsen, 129-apto. 101, Bairro: AHÜ, Curitiba, PR. CEP 80540-220
ribaski@cnpf.embrapa.br**

Sônia A. Guetten Ribaski, M. Sc.

**Universidade Federal do Paraná, UFPR.
Curitiba, Pr
ribaski@cnpf.embrapa.br**

El presente documento es un documento para ser utilizado en los cursos de capacitación del Grupo Ganadería y Manejo del Medio Ambiente, GAMMA

Los Editores



CATIE
Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza
Teléfono: (506) 556-6431 Fax: (506) 556-1533
Web: <http://www.catie.ac.cr>
Apartado 7170 CATIE, Turrialba, Costa Rica
América Central