

Documento de Discusión Nacional acerca de los Asuntos Claves en el Análisis del Sector Agricultura (Mitigación)

Julián Ramírez^{1,*}, Andy Jarvis^{1,2,**}, Mike Salazar¹, Emmanuel Zapata¹

¹ Centro Internacional de Agricultura Tropical, CIAT, AA6713, Cali, Colombia

² Bioversity International, Regional Office for the Americas, AA6713, Cali, Colombia

*E-mail: j.r.villegas@cgiar.org; **E-mail: a.jarvis@cgiar.org

Resumen ejecutivo

No hay duda que el cambio climático (CC) va a cambiar las actuales condiciones de producción en todas las regiones en las que haya producción agropecuaria a nivel mundial. Colombia, con su alta diversidad de paisajes, no es la excepción. Adaptarse al cambio climático es una necesidad de todos los sectores, sin embargo, ¿qué hay de la necesidad de reducir las emisiones por causa de la agricultura? El 44.9% de las emisiones de Gases de Efecto Invernadero (GEI) del país provino de la agricultura, y el 8.9% se produjo por cambios en el uso de la tierra y forestería, y ambos valores han crecido en más del 10% entre 1990 y 1994. El sector es de rápido crecimiento y de altas tasas de expansión, especialmente porque abastece la demanda alimentaria de un país con crecimiento poblacional de 1.4% y con alta generación de valor agregado a través de procesos industriales. Los tres principales emisores a nivel nacional son la ganadería con 36.8%, el mal manejo de suelos con 34.2% (especialmente en sistemas de producción intensiva) y el cambio en el uso de tierra con 21.3%. Por este motivo se realizó un abordaje de estrategias claves de mitigación que incluye las emisiones del sector agropecuario y (parcialmente) el de uso de la tierra, cambios en uso de la tierra, y forestería (LULUCF, por su sigla en inglés); se alude a 'parcialmente' porque algunas de las estrategias planteadas involucran establecimiento de sistemas agrosilvopastoriles principalmente en sistemas ganaderos, que son los principales causantes de deforestación a nivel nacional.

Aunque es particularmente difícil evaluar el impacto económico regional de las tecnologías existentes a nivel mundial principalmente porque las estimaciones de emisiones están basadas en metodologías que no están totalmente ajustadas al contexto nacional, a la carencia de sistemas de monitoreo y a que la información no se encuentra disponible a nivel regional y/o departamental, se establece que la priorización en: (1) investigación en ganadería para reducción de emisiones de GEI a través de cambios en la dieta de los animales (existen adelantos por parte de Corpoica), (2) conversión de sistemas intensivos como la producción de caña de azúcar, cultivos transitorios tecnificados (soya, algodón, maíz, arroz seco) fomentando la reducción de las actividades de labranza en, y (3) la formulación de proyectos MDL (Mecanismos de Desarrollo Limpios) enfocados hacia la captura de gases como el metano para generación de energía, y desarrollo de proyectos de cambio en uso de la tierra en tierras ganaderas (existen resultados por parte del Banco Mundial) y cafeteras (i.e. sombrío) involucrando las corporaciones autónomas regionales (CARs), que logren generar Certificados de Emisiones de Carbono (CERs) y comercializarlos internacionalmente, llevarán al país hacia la reducción de emisiones de GEI y al aumento de la captura de carbono en los suelos agrícolas.

1. ¿Por qué la agricultura es un sector clave para Colombia?

La agricultura colombiana ha contribuido al total del Producto Interno Bruto (PIB) del país con un porcentaje que oscila entre 10 y 14% desde 1994. El sector satisface gran parte de la demanda alimentaria de la nación, provee materias primas para una diversidad de industrias (harinas, chocolates, confitería, concentrados, pulpas, aceites, tabaco, textil, lácteos), tiene una importante participación en los mercados internacionales de café, banano, azúcar y aceite de palmiste, genera el 21% del empleo del país (Departamento Administrativo Nacional de Estadística, DANE, 2009), y ocupa el 44.8% del total de área planimetrada nacional (DANE, 2009).

La contribución de la agricultura al PIB ha estado entre 10 y 14% en los últimos 14 años.

Del valor total (en millones de pesos de 1994) de la producción agropecuaria del 2007, el 55.2% corresponde producción agrícola y el restante 44.8% es producción pecuaria (figura 1a). La producción agrícola está distribuida a lo largo de los 32 departamentos del país, con diferentes tasas de ocupación y en diferentes elevaciones. En casi todas las actividades hay un gran porcentaje de pequeños agricultores: el 68.8% de los predios rurales cuyo dueño es diferente al estado tienen tamaños menores a 5ha (representando 3.4% del área), y el 18.2% tiene áreas entre 5 y 20 ha (representando 6.9% del área) (Instituto Geográfico Agustín Codazzi, IGAC, 2005). Esto deja ver un desequilibrio intenso entre la cantidad de área distribuida y la cantidad de pequeños actores rurales haciendo parte del sistema agropecuario. Además de esto, hay una marcada diferencia entre la actividad pecuaria y agrícola: el 75.6% del área bajo agricultura corresponde a ganadería, y el 7.3% a actividades netamente agrícolas (figura 1b). Se destaca el café como un producto de capital importancia para las finanzas nacionales dado que es el segundo generador de empleo después de la ganadería, es el de mayor participación en exportaciones, y presenta un crecimiento significativo en producción durante la última década.

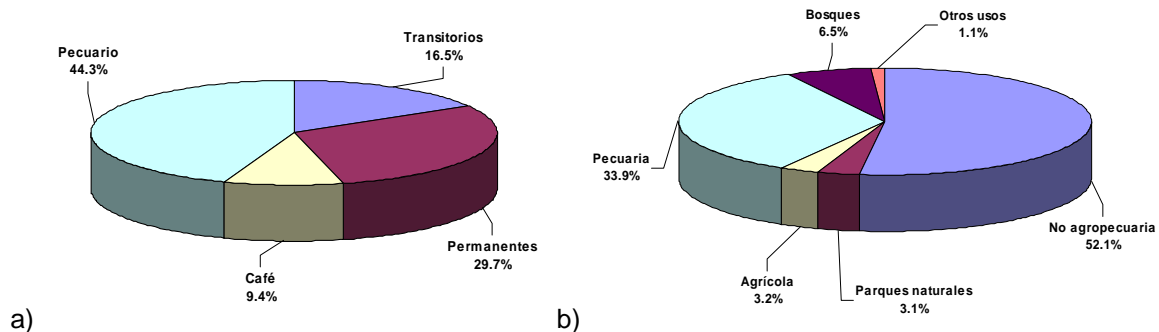


Figura 1 (a) Ocupación de tierras a nivel nacional (DANE, 2007) **(b)** valor de la producción agropecuaria (Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural, MADR, 2005)

El sector involucra la ocupación de personas tanto a nivel rural como agroindustrial (7.5% de los empleos del sector están relacionados con actividades agroindustriales), y del total de empleos generados por la agricultura, más del 50% viene únicamente del café y la producción de carnes. En adición a la importancia del sector a nivel económico, es crítico que cualquier estrategia que involucre cambios en el mismo tenga en cuenta los siguientes problemas de relevancia: (1) ocupación agropecuaria de laderas empinadas y en el nacimiento de cuencas hidrográficas, (2) conflictos por la ocupación de suelos entre actividades agrícolas y pecuarias, (3) ocupación por parte de las comunidades pobres de tierras de productividad agropecuaria marginal expuestas a la violencia. Además, se estima que el 73.3% de la deforestación en Colombia es causada por la expansión de la frontera agrícola y la colonización; siendo la conversión para uso ganadero la principal causa, dado que es una actividad en la que predominan grandes extensiones de tierra por productor (Guevara, 2002).

El sector es especialmente importante de cara a la mitigación del cambio climático principalmente porque el 44.9% de las emisiones de GEI del país provino de la agricultura, y el 8.9% se produjo por cambios en el uso de la tierra y forestería, y ambos valores han crecido en más del 10% entre 1990 y 1994 (Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático, UNFCCC, 2009), y más allá de eso, (1) tiene una alta tasa de expansión (especialmente la ganadería) y por tanto de deforestación, (2) ocupa un porcentaje significativo del área nacional, (3) cuenta con la potencial producción de biocombustibles y (4) las tecnologías implementadas podrían resultar en un aumento sustancial en la captura de carbono dado que la actividad agropecuaria se halla en directa interacción con el suelo, y por tanto el potencial secuestrador de carbono de las actividades que de su buen manejo se deriven está obligatoriamente ligado a las actividades agropecuarias. En este sentido, la mitigación de emisiones de efecto invernadero generados a partir de agricultura deberá estar orientada, como primera medida, al fortalecimiento de los sumideros biológicos deteriorados y en esto cabrá resaltar cambios en el manejo de suelos, técnicas de conservación del mismo, manejo de fertilizantes, disminución del laboreo intensivo, entre otras, en segundo lugar, al cambio en los sistemas de ganadería extensiva mediante una mejor rotación de pasturas, aumentos en la eficiencia de conversión energética, manejo de desechos, y en tercer lugar, al cambio en los sistemas de arroz de riego.

2. Descripción del sector agropecuario

La producción agropecuaria en Colombia puede dividirse en cuatro grandes sectores importantes a saber: (1) la producción de cereales, (2) la producción de oleaginosas, (3) la producción de cultivos de alto valor para exportación, y (4) la producción pecuaria. Del valor total (en millones de pesos de 1994) de la producción agropecuaria, el 55.2% corresponde producción agrícola y el restante 44.8% es producción pecuaria. A 2007, el 53.7% del área cultivada nacional (3,780,595 ha) estuvo ocupada por cultivos permanentes, y el restante 46.3% por cultivos transitorios. Respecto al sector pecuario, el 82.2% de sus áreas están cubiertas por pastos y 17.8% por malezas y rastrojos (DANE, 2009).

En la producción de **cereales**, se destacan el arroz (50% riego, 38% secano mecanizado y 12% secano manual) y el maíz como los cultivos de mayor área cosechada (12.2 y 16.6% sobre el total agrícola nacional respectivamente) y producción. La cadena de derivados de productos **oleaginosos**, por su parte, es un sector que ha venido desarrollándose con intensidad en Colombia (1.1% del empleo agrícola y 3.2% del empleo agroindustrial en 2003), en tanto que los **cultivos permanentes** generan el 41% de los empleos totales agrícolas y agroindustriales del sector. El 58.9% del área de cultivos permanentes está ocupada por cultivos de alto potencial exportador. Las exportaciones del sector en 2008 (DANE, 2009) fueron de 2,129 millones de dólares (5.66% sobre el total nacional exceptuando el café). En cuanto a la producción **pecuaria**, el 57% de la producción bovina corresponde carne, el 4% a leche y el 39% doble propósito. El sector rural cuenta con porcentajes de pobreza considerablemente por encima de los niveles de pobreza a nivel nacional (62.1% de la población rural bajo línea de pobreza comparado con 45.1% a nivel nacional en 2006), además que registra índice de desigualdad altos (coeficiente de Gini de 0.85) con respecto a la tenencia de la tierra (Berry; Deininger y Lavadenz 2004).

<p>46.8% de las emisiones del sector son por ganadería, 41.8% por mal manejo de suelos.</p>
--

Por otro lado, las emisiones del sector agropecuario, se concentran básicamente en emisiones de metano y de óxidos nitrosos. La primera comunicación nacional ante la UNFCCC reporta que para 1990, las emisiones totales de GEI de Colombia fueron de 123,428 Gg de CO₂-eq, de los cuales el 44.9% provino de la agricultura, y el 8.9% se produjo por cambios en el uso de la tierra y forestería. Entre 1990 y 1994, las emisiones de GEI de la agricultura se incrementaron en 9.8%, y en 33.2% aquellas provenientes de cambios en uso de la tierra.

El sector agropecuario tiene básicamente dos fuentes de emisión de gases de efecto invernadero. En primer lugar están las emisiones por actividades netamente agropecuarias, y en segundo lugar, están las emisiones causadas por cambios en usos de la tierra y forestería. Las emisiones por actividades netamente agropecuarias vienen, a su vez, de diferentes fuentes de las que la mayor es la fermentación entérica (producción de metano en la digestión de animales rumiantes) con 46.8% tanto en 1990 como en 1994 (figura 2), seguida por la pérdida de carbono en los suelos agrícolas con 41.8% en 1990 y 43.5% en 1994, el cultivo de arroz con 6.4 y 5% en 1990 y 1994 respectivamente, la quema de sabanas con 3.3 y 2.9%, el manejo de estiércol con 1.2% en ambos años y la quema de residuos agrícolas de cosecha con 0.6% en ambos años. Entretanto, los cambios en uso de la tierra y forestería produjeron emisiones por 10,966 Gg de CO₂-eq en 1990 y aumentaron hasta 14,602 Gg CO₂-eq en 1994, de estos totales, la conversión de bosques y pasturas participó con 30.3 y 22.8% en 1990 y 1994 respectivamente.

La actividad pecuaria logró alcanzar un área equivalente al 33.9% del total planimetrado nacional (38,682,587 ha) en el 2004. El ganado lechero y de carne es el principal contribuyente a las emisiones por fermentación entérica, totalizando el 95.5% de estas emisiones, y también el principal contribuyente en emisiones de CH₄ (58.3%) por manejo de estiércol. La ganadería es uno de los sectores más difíciles de direccionar respecto a mitigación de emisiones, dado que la mayoría de las tecnologías disponibles no están validadas, tienen efectos secundarios en las emisiones de otros GEI, son costosas, o son efectivas solo parcialmente (i.e. durante periodos de tiempo limitados).

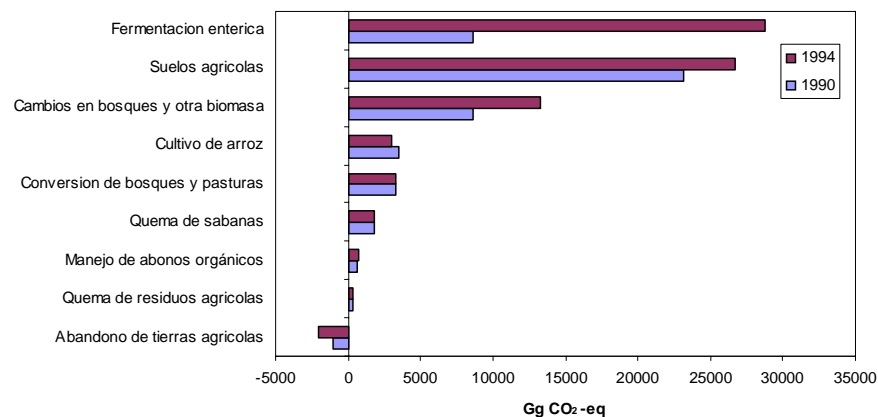


Figura 2 Emisión total de gases de efecto por actividad en el sector agropecuario. **Fuente:** UNFCCC

El sector agrícola colombiano es el más importante emisor de óxido nítrico a nivel nacional (72.4% en 1990). Los fertilizantes utilizados en el manejo de suelos agrícolas constituyen la principal fuente de emisiones de N₂O del sector, representando el 91% del N₂O emitido por la agricultura colombiana en 1990 (UNFCCC, 2001). La producción comercial intensiva para abastecimiento de mercados nacionales e internacionales es la que totaliza un mayor uso de fertilizantes inorgánicos y es la mayor causante de degradación de materia orgánica en los suelos y por tanto de liberación de carbono. En esto se incluye la producción de cereales para la industria, la producción de cultivos exportables (café, cacao, musáceas, palma africana, caña de azúcar) y la de cultivos industriales (soya, caña de azúcar y palma africana) que además de generar productos para las industrias nacionales e internacionales, generan etanol y biodiesel (caña y palma) que se mezclan con los combustibles fósiles en la industria automotriz (las producciones de etanol y biodiesel diarias están en 1.05 millones de litros y 170,000 litros respectivamente). Por otra parte, los productores pequeños que abastecen la demanda alimentaria del país, son considerablemente menos significativos en términos de emisiones, dado que ocupan mucho menos terreno que los grandes, sin embargo, son quienes se encuentran en regiones más vulnerables (i.e. zonas de ladera, fronteras agrícolas) en las que la degradación de suelos ocurre

91% del N₂O emitido fue por uso de fertilizantes inorgánicos.

a tasas mucho más altas, y en las que por lo tanto, debe invertirse en recuperación y en creación de conciencia de producción limpia y sostenible y en mecanismos de control.

Se destaca que a nivel nacional, hasta el momento, no hay un marco regulatorio sólido y orientado a la reducción de emisiones de GEI con la complejidad que el sistema agropecuario colombiano lo requiere, salvo la actual norma que obliga a mezclar 10% de etanol y biodiesel con la gasolina y el ACPM respectivamente. Pese a la existencia de una política de obligatorio cumplimiento, no existe un sistema de monitoreo de efectividad, lo que dificulta la evaluación de la pertinencia de la medida en el contexto nacional, y su real efecto sobre la economía del sector agropecuario del país en los diferentes niveles (pequeños, grandes y medianos productores) así como en la producción de azúcar y su comercialización (seguridad alimentaria). La búsqueda de sinergias entre adaptación y mitigación (discutido en el capítulo siguiente) traerá beneficios en ambos aspectos, y no sólo contribuirá a la sostenibilidad de los actuales sistemas productivos, sino que permitirá la exploración de soluciones conjuntas que permitan direccionar ambas caras del fenómeno.

3. Opciones de mitigación propuestas para el sector agropecuario

Sería difícil estimar, con los datos existentes actualmente, cuantas tierras dedicadas a la actividad agropecuaria en Colombia deberían cambiar sus sistemas de producción para que las emisiones totales a nivel nacional se equilibren con los secuestros, o incluso, sería difícil estimar si dicho punto de equilibrio podría alcanzarse en algún momento; por tal motivo, en el presente documento se recomiendan estrategias y sectores en las que podrían ser implementadas, pero de su potencial de mitigación y de la voluntad de los productores y del Estado dependerá su efectividad y su implementación. La mitigación, en cualquier caso, tiene implicaciones económicas individualmente por sectores, generando tanto ganadores como perdedores. En este sentido, y de acuerdo a lo expuesto anteriormente (sección 2), el enfoque recomendado para el sector agropecuario se debe dar en tres niveles fundamentales:

- (1) Cambio en el manejo de suelos agrícolas (tipos e intensidad en sistemas labranza, planes de fertilización),
- (2) Cambios en los sistemas ganaderos y
- (3) Control y estímulo de proyectos MDL y agrosilvicultura

Adicionalmente se destacará la producción de combustibles a partir de la agricultura, dado su fomento actual a nivel nacional.

Cambio en el manejo de suelos agrícolas

El objetivo principal de cambiar el manejo de los suelos agrícolas es en primer lugar, reducir (o eliminar) la liberación de carbono por pérdida de fertilidad (materia orgánica) en los primeros centímetros de suelo, en segundo lugar, secuestrar carbono mediante el aumento de los niveles de materia orgánica, y en tercer lugar, estimular el uso racional de fertilizantes y así reducir no sólo costos productivos sino las emisiones de NO_x por deficiencias en la captura de nitrógeno. Se ha comprobado que los sistemas de agricultura de conservación (AC) a nivel mundial han generado cambios en el *stock* neto de carbono en el suelo. Para citar un par de ejemplos, en Estados Unidos, entre 1982 y 1997, los sistemas de AC han secuestrado al menos 21.2 MMT C por año (Eve *et al.*, 2002); mientras que en Brasil, se secuestran alrededor de 12 millones de toneladas de carbono en 23.6 millones de ha bajo sistemas de labranza cero. El problema, sigue siendo que para cultivos permanentes, el uso de sistemas de agricultura de conservación no parece ser muy aceptado, cosa que si ocurre para transitorios, y especialmente para granos. Fujisaka *et al.* (1998) estiman que para 2030, en Latinoamérica podría haber un 63% mas de área bajo agricultura de conservación, con incrementos anuales de 2%. Las oportunidades de mitigación que traerían sistemas de **labranza mínima, labranza cero y/o labranza de**

conservación en adición a la **retención de residuos sobre la superficie del suelo** para Colombia podrían ser cuantiosas, especialmente dadas las amplias áreas de producción tecnificada de granos, y de oleaginosas (en cuyo cultivo está el mayor potencial de acción de AC). El área ocupada por cultivos transitorios corresponde al 16.5% del total agropecuario, y de esto, el 73.8% corresponde a cultivo de arroz, algodón, soya y frijol (DANE, 2007). En toda la zona central del país (Tolima, Huila especialmente), en los llanos orientales (especialmente durante el primer semestre del año), y en las principales áreas productoras de maíz (i.e. región Andina y región Caribe que cuentan con el 70.7% del área total cultivada de maíz) pueden estimarse reducciones en mecanización. Ejemplos claros de adopción de este tipo de tecnologías a nivel nacional son el departamento de Córdoba, en el que se cultiva dentro de un sistema productivo que rota todos los años el cultivo de maíz con el de algodón, y en el que es habitual que se realicen labores de labranza para el maíz y luego, para el algodón, se haga siembra directa. Por su parte, en la altillanura del Meta se está estableciendo un sistema de producción similar al del Cerrado brasileño, con un sistema productivo que rota los cultivos de maíz y soya, incorporando residuos de cosecha de maíz al suelo y fijando nitrógeno mediante el uso de la leguminosa. Estos sistemas, adicionalmente, traerían consigo la ventaja de reducir los consumos de combustibles fósiles dada la reducción en el uso de maquinaria agrícola. La transferencia de este tipo de tecnologías entre regiones agroecológicas mediante los organismos facilitadores (i.e. Corpoica, Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura [IICA], Centro Internacional de Agricultura Tropical [CIAT]) es fundamental dada la intensificación de las actividades agrícolas.

No obstante la potencialidad, se requiere un mecanismo que estimule el cambio en los sistemas, y para esto se plantea: (1) prueba de tecnologías en el contexto nacional (y en diferentes regiones agroecológicas) a mediana y pequeña escala (dado que en los sectores objetivo predominan los pequeños productores); (2) capacitación de agricultores hacia el uso de tecnologías, con el respectivo seguimiento a su implementación; (3) estímulos financieros para conversión de sistemas por parte del estado, dentro de lo que se puede enmarcar un mercado de carbono interno, o una política de estímulo financiero basándose en reducciones medibles y (4) fomento de procesos de organización sectorial que faciliten tanto la implementación como el monitoreo de la efectividad de las tecnologías implementadas.

Los cultivos de caña de azúcar, por su condición de cultivos netamente industriales, el potencial exportador de sus derivados y la producción de combustibles derivados para mezcla con combustibles fósiles son un punto fundamental en materia de mitigación al cambio climático. Las zonas de producción industrial de caña de azúcar (6.2% del total agrícola) en Colombia ocupan los mejores suelos del país (zona plana del Valle del Cauca, y del Cauca). El laboreo intensivo (uso de arados verticales profundos, y de rastras pulidoras) de suelos en caña de azúcar causa liberación de carbono orgánico del suelo. Aunque no se encuentran medidas de la tasa de degradación de los suelos bajo caña de azúcar, y por tanto se hace difícil conocer el grado de afección, podría decirse que un cambio en las labores del cultivo (bien sea en frecuencia, o en tipo de implementos utilizados) no sólo disminuirá las tasas de liberación de carbono del suelo, sino que podrá empezar a secuestrar cantidades adicionales del mismo y reducirá las emisiones de CO₂ por quema de diesel de la maquinaria agrícola. La asociación de productores de caña de azúcar (Asocaña) deberá sentarse en una mesa de negociación con el Estado, para en primer lugar, determinar el aporte del sector en términos de emisiones de GEI, y en segundo lugar, evaluar la viabilidad y la necesidad de soporte gubernamental de cara a la implementación de tecnologías que reduzcan emisiones y capturen carbono.

Estas estrategias deben ir, idealmente, acompañadas por un **manejo eficiente y racional de los fertilizantes** de tal manera que la condición nutricional del suelo se mantenga en un estado ideal para el cultivo, y a ese respecto se recomienda enfocar las estrategias en **musáceas de exportación, y café**, que son sectores cuyos altos estándares de calidad y exigencias de mercados internacionales causan en ocasiones excesivo uso de fertilizantes por parte de los productores. Tanto el manejo adecuado de fertilización, como el cambio a sistemas de agricultura de conservación, traerá oportunidades tanto de mitigación como de adaptación,

puesto que en ambos casos se optimizará el uso de insumos, se podrá generar ingreso adicional (e.g. si se establece un sistema de incentivos o un sistema de monitoreo que permita la producción de CERs), y adicionalmente habrán beneficios a mediano y largo plazo, especialmente en lo relacionado con degradación de tierras, y adaptabilidad de cultivos de cara a los cambios en el clima.

Cambios en los sistemas ganaderos

Los cambios en los sistemas ganaderos, deberán estar orientados en primer lugar, a la disminución de las emisiones por fermentación entérica (aproximadamente 8% de la energía bruta que consume un bovino se pierde como metano) a través de los procesos de digestión entérica bajo condiciones anaeróbicas. El estado de crecimiento del animal y su condición genética también tienen un efecto en la producción de metano entérico (Ayarza *et al.*, 2009). Sin embargo, uno de los mayores inconvenientes con las emisiones del sector ganadero es la sostenibilidad de las estrategias de cara a los próximos 30 a 50 años; además de esto, muchas opciones tecnológicas no están adecuadamente investigadas y no se conoce su potencial real de acuerdo a los diferentes tipos de sistemas productivos (p.ej. diferencia entre leche, carne y doble propósito o diferencia entre condiciones climáticas), además de que algunos resultados se presentan contradictorios o las tecnologías son demasiado costosas. De manera preliminar, Ayarza *et al* (2009) notan que el aceite de coco ha mostrado un gran potencial para reducir el metano y se esperaría un potencial similar en el de palmiste, sin embargo no hay pruebas a gran escala que verifiquen la propiedad y sostenibilidad de la medida. Adicionalmente, se está investigando el uso de nitratos en la dieta del animal con miras a la reducción de CH₄. Dada esta condición, el establecimiento de una **agenda de investigación** (enmarcada en el contexto nacional) para el sector ganadero es crucial si se quiere hablar de mitigación. En este sentido, se recomienda un enfoque de investigación que aborde la reducción de emisiones mediante la **optimización de las dietas** de los animales para la reducción de emisiones de CH₄ provenientes de la fermentación entérica.

En el 2008, la fundación GEF (Global Environment Facility) y el Banco Mundial, han realizado un proyecto llamado "*Integrated Silvopastoral Approaches to Ecosystem Management Project in Colombia, Costa Rica and Nicaragua*" (Sistemas Silvopastoriles Integrales para el Manejo de Ecosistemas en Colombia, Costa Rica y Nicaragua). El proyecto evaluó el nivel de adopción de productores ganaderos respecto a estrategias de reforestación, y conservación del recurso agua. Los resultados fueron altamente satisfactorios (World Bank, 2008), y dado esto, plantearon un nuevo proyecto llamado "Ganadería Colombiana Sostenible", y en conjunto con la Federación de Ganaderos (FEDEGAN), FINAGRO (Fondo para el Financiamiento del sector Agropecuario), TECNIGAN (Técnicas Ganaderas), TNC (*The Nature Conservancy*), el MADR, el MAVDT (Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial), CIPAV (Centro para la investigación en sistemas sostenibles de producción agropecuaria) y otros actores de relevancia para el sector, implementarán a una mayor escala la conversión de tierras ganaderas degradadas y de pasturas mejoradas con laboreo intensivo, en sistemas silvopastoriles sostenibles, mediante el uso de créditos de conversión, pagos por servicios ambientales, e incentivos adicionales de condonación de créditos por realización de prácticas de reforestación. Todo esto, crearía una sinergia entre adaptación y mitigación del cambio climático en el sector ganadero que permitiría no sólo el desarrollo de tecnologías y su evaluación en instituciones nacionales (i.e. Corpoica, Universidades), sino que también brindaría una plataforma de coordinación estable en el sector que garantice el desarrollo y transferencias tecnológicas que se requieren para guiar las estrategias de mitigación del sector. La convergencia de estas medidas con el plan de FEDEGAN para 2019 (i.e. aumento de la intensidad en la ganadería), debe ser tomada en cuenta en la elaboración e implementación de las medidas.

Estímulo de actividades de agrosilvicultura y MDL

Se destaca el proyecto sectorial sombrilla MDL de palma africana, que busca capturar metano para ser usado como combustible en las plantas de procesamiento de aceite de palmiste, y para ser vendido en mercados internacionales a través de CERs. Esto, de alguna manera aliviará la susceptibilidad que tienen los ambientes de producción de palma africana a la degradación, especialmente porque las zonas de producción de palma africana se encuentran (en su mayoría) en la frontera agrícola (Rodríguez y Van Hoof, 2004); y suman el 4.1% del área bajo producción agrícola del país (DANE, 2007). Adicionalmente, brindará oportunidades al sector que ha incrementado desde 150 hasta 320 mil hectáreas su área productiva en los últimos 10 años (Rodríguez y Van Hoof, 2004).

El café es uno de los cultivos más afectados por pérdida de nichos climáticos dados los aumentos en temperatura, dado lo cual, una de las estrategias posibles es la **siembra de especies de árboles frutales o forestales seleccionados para brindar sombra a los cultivos**. Esta estrategia traería consigo, además, el aumento en la acumulación de biomasa, aumentando el almacenamiento de carbono en el suelo. Similar a los dos ejemplos citados anteriormente (World Bank, 2008), la FNC debería explorar y explotar la potencialidad del establecimiento de sistemas de sombra con especies forestales seleccionadas utilizando fondos de inversión (préstamos), pagos por servicios ambientales, y otros estímulos que motiven a los productores hacia dichas estrategias. La conversión de tierras de producción agropecuaria en otro uso de la tierra es una estrategia efectiva para reducir emisiones de GEI, aunque tiende a implementarse sólo en áreas de producción marginal (suelos degradados). Las corporaciones autónomas regionales deberán **determinar las áreas de producción marginal y posibilidad y potencialidad de tierras para establecimiento de sistemas silvopastoriles**.

Producción de combustibles a partir de la agricultura

En Colombia la producción de combustibles a partir de la agricultura se basa básicamente en dos cultivos: caña de azúcar a partir de la cual se extrae etanol para mezcla con la gasolina, y palma africana de la que se produce biodiesel para mezclarlo con el ACPM. **Colombia, actualmente, mezcla 10% de etanol a la gasolina que comercializa el país, no obstante, los beneficios ambientales de tal tecnología no están claros y no han sido cuantificados de manera clara por los organismos encargados** (i.e. MAVDT, sectores respectivos). El reemplazo total de gasolina y ACPM por etanol y biodiesel parece ser la única opción para desplazar las emisiones de GEI que provienen de la combustión de combustibles fósiles de la industria automotriz, sin embargo, ambientalmente hablando, debe establecerse una medida gubernamental clara que permita cuantificar qué tantas emisiones genera la producción de agrocombustibles (en términos de procesamiento agroindustrial) con relación a las emisiones que estarían desplazando, y en dónde están los beneficios ambientales y económicos del uso de etanol en motores de combustión interna (MCI), especialmente en lo relacionado al consumo específico de combustible, a la dinámica de la producción de azúcar (que abastece diversas industrias nacionales) que podría poner en riesgo la seguridad y soberanía alimentarias del país.

4. Flujos de inversión y financieros para hacer frente a la mitigación del cambio climático en el sector de la agricultura

Aunque se ha adelantado algo en materia de mitigación del cambio climático, especialmente en lo concerniente a sistemas agroforestales, silvopastoriles y producción de agrocombustibles, existen grandes impedimentos en cuanto a implementación de tecnologías de mitigación del cambio climático principalmente porque muchas de las tecnologías que, en teoría, están disponibles, no han sido probadas bajo el contexto nacional, y no hay un marco legal claro en cuanto a los mayores emisores de GEI a saber: ganadería y manejo de suelos agrícolas. En el corto plazo el país debe actuar respecto tanto a la limitación de las emisiones como a la captura

de carbono en los ecosistemas agrícolas. La sección anterior deja ver que los principales actores en el proceso son la ganadería, los cultivos industriales para producción de agrocombustibles (i.e. caña de azúcar, palma africana), los cultivos transitorios con uso intensivo de arados, y el sector cafetero.

4.1 Disponibilidad de datos y otras restricciones de información relevantes

Para realizar una evaluación extensiva y definir las actividades específicas en términos de mitigación del cambio climático, deben tenerse en cuenta tres fuentes básicas de información: la primera (y la más importante) es la información relativa a las emisiones de GEI en los diferentes sectores y en las diferentes regiones del país. El organismo encargado de realizar los inventarios nacionales de emisiones de efecto invernadero en Colombia es el Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales (IDEAM), que ha realizado una gestión importante en lo relacionado a inventarios en los años de 1990 y 1994 en coordinación con el UNFCCC. Aun no

Los inventarios de GEI carecen de mucho detalle y no se enfocan en una medición detallada o plantean un posible monitoreo de las emisiones de los sectores de relevancia al respecto

esta totalmente publicada la segunda comunicación para el UNFCCC en su módulo de agricultura, por lo que las conclusiones aquí consignadas se basan solo en la primera comunicación. Los inventarios actualmente disponibles carecen de mucho detalle (e.g. no son a nivel regional) y no se enfocan en una medición detallada o plantean un posible monitoreo a nivel departamental y/o regional de las emisiones de los sectores de relevancia al respecto. Es necesario repensar tanto las actuales metodologías de estimación (y/o medición), como la frecuencia de las mismas, su validez y aplicabilidad en el

contexto nacional. Si se van a adquirir compromisos internacionales de limitación o disminución de emisiones, deben tenerse mediciones enmarcadas en el contexto nacional, actualizadas, de libre acceso y que permitan un análisis holístico del sistema agropecuario colombiano.

La segunda fuente es la relacionada con los datos de producción, tipología de los sistemas, e información relativa a censos (áreas productoras, tipo de producción, valor de la producción) y demás datos que permitan establecer cuáles son las actividades más relevantes a nivel nacional de acuerdo a la ocupación, a los volúmenes de producción, a las exportaciones, al consumo alimentario, o a la cantidad de empleos generados. La información estadística disponible producida y divulgada por el DANE y el MADR (a través del Observatorio Agrocadenas) es abundante y actualizada, y esto permite tener un panorama claro acerca tanto del crecimiento como de los posibles problemas y facilidades actuales que podrían tener cada uno de los sistemas cuando se habla de mitigación.

La tercera fuente de información es aquella relacionada con la evaluación y actual implementación de tecnologías relacionadas con mitigación de cambio climático. En otras palabras, no se conoce con precisión que se está haciendo respecto a mitigación y quien lo está haciendo, principalmente debido a que dicha información está bastante dispersa, o simplemente no existe. La realización de seminarios de socialización es algo que ayuda al respecto si se invita a los actores involucrados (presidentes de federaciones, asociaciones, investigadores de Universidades, centros nacionales e internacionales). La oficina de mitigación del MAVDT deberá organizar seminarios, al menos, anualmente para divulgar la información pertinente y reportar los avances ante todos los actores (tecnologías desarrolladas, evaluación, nivel de adopción y futuras oportunidades). Asimismo, deberá establecer un portal en línea, o una publicación física con periodicidad anual o semestral en donde se reporten resúmenes de los proyectos que se están evaluando, desarrollando y/o implementando en los diferentes sub-sectores.

4.2 Enfoque metodológico propuesto para el sector

Dada la complejidad en el análisis de las opciones de mitigación para una actividad agropecuaria tan diversa como la colombiana, el enfoque metodológico debe ser específico por sector, especialmente porque las dinámicas económicas de cada sector son diferentes tanto en lo relativo a crecimiento de producción, crecimiento en extensión, crecimiento en ingresos, tipo de productos, variación en precios internos y externos, e incluso el impacto esperado de los cambios en el clima. Algunas actividades pueden enmarcarse dentro de los siguientes enfoques disponibles:

Los enfoques metodológicos dependerán de que tan dispuesto este cada sector a mitigar las emisiones de GEI.

- a. Ya hay ejemplos a nivel nacional de que los estímulos por conversión de uso de la tierra netamente agrícola a sistemas agrosilvopastoriles dan resultado. El proyecto del Banco Mundial (World Bank, 2008) citado en la sección 3 ejecutado por CIPAV entre otros es un claro ejemplo. EL pago por servicios ambientales, el establecimiento de créditos y la condonación de los mismos son estrategias que parecen funcionar bien cuando se habla de conversión de sistemas de cara al cambio climático. La caña de azúcar, la producción cafetera, y de musáceas exportables, dado que son sectores cuya capacidad de inversión es alta y pueden tomar iniciativas voluntarias de mitigación y adoptar este tipo de metodologías de incentivo, en lugar de aquellas que castigan (i.e. impuesto a las emisiones) las emisiones.
- b. Para sectores como el de producción de arroz y de maíz, conformados por muchos pequeños agricultores, y especialmente en aquellas áreas de producción para consumo alimentario, se recomienda un enfoque de apoyo al pequeño productor por parte del gobierno (i.e. MADR, MAVDT), mediante el establecimiento de fondos de conversión de sistemas de producción actuales a sistemas de agricultura de conservación.
- c. Los productores con grandes extensiones de tierra y tecnificados en todos los sectores, y en especial en los de producción de cultivos transitorios (arroz, maíz, soya, algodón) podrían enmarcarse en un enfoque de diálogo entre gremios para que se incentive la asunción de compromisos de cara a la mitigación.
- d. Un enfoque que resulta muy relevante en términos de mitigación es aquel que promueve la formulación de proyectos enmarcados en MDL, que permitan el empleo de GEI en las actividades agropecuarias (i.e. proyecto sectorial sombrilla MDL de palma africana), para generar CERs que puedan ser comercializados en mercados internacionales. La producción ganadera podría implementar medidas de este tipo, dada su amplia cobertura, su capacidad de inversión, y la posibilidad de captar CH₄ producido por estiércol. En todos los casos, esto deberá ser regulado nacional e internacionalmente, y monitoreado adecuadamente para determinar la posibilidad de ser implementado en otros sectores.

En todos los casos, la adquisición de datos detallados basados en métodos precisos de cuantificación de emisiones de GEI (monitoreo) es de capital importancia para realizar una valoración económica de la viabilidad de las tecnologías a nivel nacional. En este punto, para lograr hacer validos los incentivos económicos propuestos, cada sector deberá comprometerse a monitorear y/o estimar sus emisiones de GEI, con el respectivo control por parte del Estado y las instituciones relevantes a este respecto (MADR, MAVDT, IDEAM).

4.3 Construcción de escenarios y modelación y limitaciones para realizar las tareas

La decisión de mitigar el cambio climático, es una decisión que deberá tomar todo el país, y cada uno de los sectores que contribuyen de manera significativa a las emisiones de GEI, y aquellos con mayor potencial de mitigación (ganadería, producción de cultivos transitorios y de cultivos industriales en zonas planas, café). En este sentido, para direccionar la mitigación de emisiones de GEI en el país, debe establecerse una línea base a nivel regional, para lo que se encuentran las siguientes limitaciones:

- a. El sistema agropecuario colombiano es altamente diverso, lo que hace que cualquier análisis deba tener un excesivo nivel de detalle para rendir resultados de aplicación práctica.
- b. No existen datos a nivel regional que permitan estimar las regiones en las que deben enfocarse los proyectos futuros, lo que genera una dependencia en el conocimiento experto de cara a la escogencia de regiones de acción.
- c. No hay suficiente divulgación de estrategias que se lleven a cabo, ni un balance histórico de lo que se ha realizado durante los últimos años.
- d. Algunas de las estrategias que se han venido implementando no están suficientemente contextualizadas (i.e. enmarcadas bajo el fenómeno cambio climático)
- e. Algunos enfoques son únicamente en adaptación, dejando de lado las posibles sinergias con mitigación, sobretodo en lo relativo a sistemas agrosilvopastoriles.
- f. Hay buen nivel de organización en los sectores con potencialidad para mitigación, además de la disponibilidad de fondos nacionales a través de FINAGRO, INCODER (Instituto Colombiano para el Desarrollo Rural), el MADR, y el MAVDT, y de fondos internacionales a través de ONGs de conservación y el Banco Mundial.
- g. Existen métodos validados por parte de diversas instituciones internacionales en cuanto a la implementación de sistemas de incentivos, pago por servicios ambientales, y condenación de créditos
- h. Existen formas de justificar que el establecimiento de sistemas agrosilvopastoriles es una forma de adquirir activos fijos en fincas, lo que brinda acceso a rebajas en los prestamos realizados para conversión.
- i. Deben intensificarse las labores de investigación por parte de organismos nacionales e internacionales especialmente en lo relacionado a producción pecuaria.

5. Enfoque propuesto/recomendación para llevar a cabo la evaluación de flujos de inversión y financieros para abordar la mitigación del cambio climático en el sector agropecuario

5.1 Arreglos institucionales

En primer lugar, las entidades encargadas de regular las actividades, de compilar y diseminar información, y de establecer una política de mitigación (tope o reducción) clara son el MADR y el MAVDT. Por otro lado, el IDEAM y las demás instituciones que hacen parte del Sistema Nacional Ambiental (SINA), y en especial aquellas corporaciones autónomas regionales bajo cuyas jurisdicciones sea posible llevar a cabo proyectos de forestación e impulso de la agrosilvicultura deberán involucrarse activamente, para lo cual se requiere una evaluación regional de emisiones, y en estas deben participar los centros de investigación sectoriales privados, así como las universidades, Corpoica, el IICA, CIPAV, y el CIAT. Los cambios en los actuales sistemas de producción en lo relacionado a sistemas de labranza deben involucrar productores y federaciones directamente (Fedearroz, Asocaña), en conjunto con las entidades de transferencia tecnológica e investigación).

La estimación de costos y consecución de fondos para conversión de sistemas ganaderos a sistemas agrosilvopastoriles, dado que ya ha sido demostrado su funcionamiento, debe involucrar a la Federación de Ganaderos (FEDEGAN), a las ONGs de conservación internacionales (i.e. *The Nature Conservancy [TNC]*, *GEF*), a los fondos de financiación nacionales (FINAGRO), a las instituciones de transferencia tecnológica (TECNIGAN), y a los centros de investigación nacionales y universidades, haciendo especial énfasis en CIPAV y su intenso trabajo con el establecimiento de sistemas silvopastoriles en el contexto nacional. Para el caso del café, la FNC deberá evaluar la factibilidad de un proyecto de agrosilvicultura en regiones cafeteras entre 500 y 1500 msnm (utilización de frutales o especies forestales para sistemas de sombrero), con esto se estarían logrando efectos de mitigación y adaptación simultáneamente, con el debido apoyo de Cenicafé (Centro de Investigación del Café).

5.2 Coordinación de las tareas y participación de las instituciones involucradas

Dentro de las instituciones involucradas, como ya se dijo, en primera instancia están los Ministerios tanto de Agricultura como de Ambiente, y el IDEAM como institución involucrada en los aspectos relacionados con mediciones y estimaciones de emisiones de GEI a nivel nacional. Los primeros dos estarán encargados del establecimiento de políticas con base en los resultados reales y mensurables en términos de mitigación en el contexto nacional, el IDEAM deberá actuar como coordinador y punto clave para el establecimiento de un sistema de monitoreo de emisiones de GEI, especialmente en tres frentes fundamentales: reducción de emisiones en ganadería, conversión de sistemas ganaderos y captura de carbono en suelos bajo agricultura intensiva.

Ministerios, IDEAM, Federaciones, Asociaciones, centros de investigación nacionales, instituciones internacionales, ONGs de conservación son actores claves en materia de mitigación

En adición a esto, están las federaciones y asociaciones de productores nacionales a saber: la Federación Colombiana de Ganaderos (FEDEGAN), Asocaña, AUGURA, FNC, Fedepalma (federación nacional de cultivadores de palma de aceite), Fedearroz, quienes, dada la cercanía con los productores y dado que son organismos que centralizan las actividades de sus respectivos sectores, deberán estar encargados de realizar la coordinación interna de actividades en sus respectivos sectores, inversión y transferencia tecnológica. Esto, lógicamente se hará de manera conjunta con las instituciones internacionales de conservación, y de investigación, así como con las instituciones de investigación nacionales (Universidades, Corpoica), dado los fondos normalmente no provendrían de una sola fuente sino de varias simultáneas (involucrando fuentes internacionales, financieras nacionales y financiación del propio sector a partir de sus asociaciones y entidades de transferencia tecnológica. De esta manera, las instituciones de investigación como Cenicaña, Cenibanano, Cenicafé, el Fondo Latinoamericano para Arroz de Riego (FLAR), Corpoica; y las instituciones y fundaciones internacionales como WWF (*World Wildlife Fund*), el Banco Mundial, TNC, GEF, CIPAV, IICA y el CIAT jugarán un papel fundamental en la mitigación del cambio climático, la priorización de áreas para actividades (tanto oportunidades por secuestro como reducción de emisiones) y la evaluación de los impactos económicos de las diferentes tecnologías aplicadas.

5.3 Fuentes nacionales de inversión y de financiamiento para el sector agropecuario

Los sectores mencionados anteriormente (ganadería, producción de café, azúcar, aceite de palma, arroz mecanizado, maíz mecanizado) deben aportar parte de los fondos para modificar sus sistemas productivos de tal manera que si el Estado establece una directriz a nivel nacional de limitación o reducción emisiones, logren cumplir con ella. Dichos fondos deben ser destinados a la directa implementación de medidas en el caso de cambios en usos de la tierra en sistemas cafeteros y ganaderos, para lo cual la participación voluntaria de los agricultores será un factor a tener en cuenta. De otro lado, deben involucrarse los fondos de financiamiento (FINAGRO) y las fuentes internacionales (ONGs de conservación), puesto que los costos de la mitigación podrían ser altos teniendo en cuenta el área que se debe cubrir y el número de productores en los que las medidas pueden ser aplicadas. Los organismos internacionales garantizarán en todos los casos la aplicación de medidas correctamente y la transparencia en el uso de fondos mediante mecanismos que dichos organismos definan para tal fin. La participación activa del estado mediante control, evaluación, y monitoreo de los proyectos, así como la cuantificación en las reducciones de emisiones que de las medidas aplicadas se deriven por parte del IDEAM y el MAVDT es de vital importancia y debe ser algo transversal para todos los sectores.

Para pequeños agricultores supliendo la demanda alimentaria, el estado deberá establecer programas de conversión de sistemas basándose en incentivos, y promover la formulación de

proyectos bajo el contexto de cambio climático, sin embargo, para esto debe articularse un sistema de monitoreo, de transferencia de información relativa al fenómeno a nivel nacional, y también de transferencia tecnológica y asesoría técnica a nivel sectorial. Además de esto, estrategias como pago por servicios ambientales han sido ya utilizadas en conversión ganadera, y debe, cuando menos, evaluarse la factibilidad de dichas estrategias en otros sectores, especialmente con agricultores de pequeña escala en zonas marginales que deseen o bien cambiar el uso de la tierra (forestación), o aquellos para los que sistemas de agricultura de conservación sean viables.

Es posible que la búsqueda de fondos internacionales sea una opción a tener en cuenta, especialmente si se puede orientar la formulación de proyectos de agrosilvicultura y MDL. La producción y venta de CERs en mercados internacionales es una oportunidad que el gobierno no debe desaprovechar, especialmente porque ya hay un par de ejemplos a nivel nacional. Idealmente, debe aprenderse de estas experiencias y formular nuevos proyectos que cubran una mayor área.

Referencias

- Academia Colombiana de Ciencias Exactas Físicas y Naturales; GTZ. 1990. Inventario Nacional de gases de efecto invernadero - Colombia 1990.
- Ayarza, M.; Carulla, J. E.; Lascano, C. E.; Cárdenas, E.; Boshell, F.; Peña, A. 2009. Conclusiones del Seminario Internacional sobre Cambio Climático y los Sistemas Ganaderos en Colombia. Corpoica.
- DANE, SISAC. 2004. Síntesis Encuesta Nacional Agropecuaria ENA 2004. Departamento Administrativo Nacional de Estadística (DANE).
- Eve, M. D.; Sperow, M.; Howerton, K.; Paustian, K; Follet, R. F. 2002. Predicted Impact of Management on Soil Carbon Storage for each Cropland Region of the Conterminous US. *Journal of Soil Water Conservation*, 57 (2002), 196-204.
- Guevara M, O. A. 2002. Deforestación y medio ambiente en Colombia. Medio Ambiente. Economía Colombiana y Coyuntura Política, Junio de 2002.
- Guidebook to markets and commercialization of forestry CDM projects [recurso electrónico] / Till Neeff; Sabine Henders. Turrialba, Costa Rica: CATIE, 2007. 42p. – (serie técnica. Manual técnico / CATIE; no. 65)
- Halsnaes, K. 1996. The economics of climate change mitigation in developing countries. *Energy Policy*. Vol 24 10-11: 917-926.
- Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC). 2007. Fourth Assessment Report: Working Group III Report "Mitigation of Climate Change". Chapter 8: Agriculture. p499-532.
- ITTO. Why there are so few forestry projects under the Clean Development Mechanism. ITTO's Tropical Forests Update Online Newsletter, Issue 18 No. 3 2008: <http://www.itto.or.jp/live/PageDisplayHandler?pageId=243&id=4476>
- Fransen, T.; McMahon, H.; Nakhoda, S. 2008. Measuring the way to a new global climate agreement. World Resources Institute. 15p.
- Fujisaka S. C. Castilla, G. Escobar, V. Rodrigues, E. J. Veneklaas, R. Thomas and M. Fisher. 1998. The effects of forest conversion on annual crops and pastures: Estimates of carbon emissions and plant species loss in a Brazilian Amazon colony, *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 69: 17-26.
- PNUD, IDEAM, Ministerio del Medio Ambiente. 2001. Colombia Primera Comunicación Nacional ante la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático.
- Rodríguez, M; Van Hoof, B. Desempeño ambiental del sector palmero en Colombia. Bogotá: Fedepalma. 2004: 157.