



URUGUAY

DOCUMENTO DE DISCUSIÓN NACIONAL ACERCA DE LOS ASUNTOS CLAVES EN EL ANÁLISIS DE LA MITIGACIÓN DEL CAMBIO CLIMÁTICO EN LA AGRICULTURA



Daniel Martino

Mayo de 2009

URUGUAY: DOCUMENTO DE DISCUSIÓN NACIONAL ACERCA DE LOS ASUNTOS CLAVES EN EL ANÁLISIS DE LA MITIGACIÓN DEL CAMBIO CLIMÁTICO EN LA AGRICULTURA

El objetivo de este documento de discusión nacional es facilitar el entendimiento acerca de:

1. La variedad de opciones de políticas disponibles para emprender acciones de mitigación para el sector de la agricultura;
2. Las posibles repercusiones de las negociaciones internacionales en las políticas nacionales para este sector clave; y
3. La disponibilidad de información y la existencia de barreras y limitaciones para la posterior realización de una evaluación sobre flujos financieros y de inversiones en el área de mitigación de cambio climático en la agricultura.

En este trabajo, el término agricultura es usado en su acepción amplia, comprendiendo a los cultivos agrícolas y los sistemas de producción animal. El análisis no incluye a la actividad forestal, a pesar de que la forma de producción forestal en Uruguay ameritaría su consideración como parte de la actividad agropecuaria. Solamente corresponde mencionar que el sector forestal tiene un rol importantísimo en la mitigación del cambio climático en Uruguay.

1. Por qué la agricultura es un sector clave para el país

La alta importancia del sector agropecuario para el funcionamiento y el desarrollo de Uruguay es indiscutible, a pesar de que la actividad primaria es responsable por solamente 10% del PBI (incluyendo a la actividad forestal, Fig. 1), y de que solamente 8% de la población reside en áreas rurales. Una parte importante de los sectores industrial y de servicios dependen de la producción primaria, y aproximadamente dos tercios de las exportaciones tienen su origen en el sector agropecuario y forestal.

La producción agropecuaria se desarrolla sobre una superficie de 16 millones de hectáreas, es decir, casi el 90% del territorio nacional. La ganadería extensiva, con una dotación de aproximadamente 25 millones de cabezas de vacunos y ovinos, ocupa 13 millones de hectáreas, con una baja productividad, del orden de 60 kg/ha/año de carne, nivel que se ha mantenido históricamente con poco cambio. A eso se agrega una superficie de algo más de 1 millón de hectáreas de ganadería de carne más intensiva, pero siempre basada en el pastoreo directo. La producción total de carne vacuna y ovina alcanzó 1,2 millones de toneladas en 2008, generando un excedente exportable de US\$ 1.200 millones.

La producción de cultivos agrícolas extensivos ha crecido fuertemente en los últimos años, habiendo alcanzado en 2008 los máximos niveles históricos: con una extensión total de 1,2 millones de hectáreas de trigo, soja, arroz, cebada, girasol, maíz, sorgo y

otros, la producción total combinada fue de más de 4 millones de toneladas, habiendo generado un excedente exportable también de US\$ 1.200 millones.

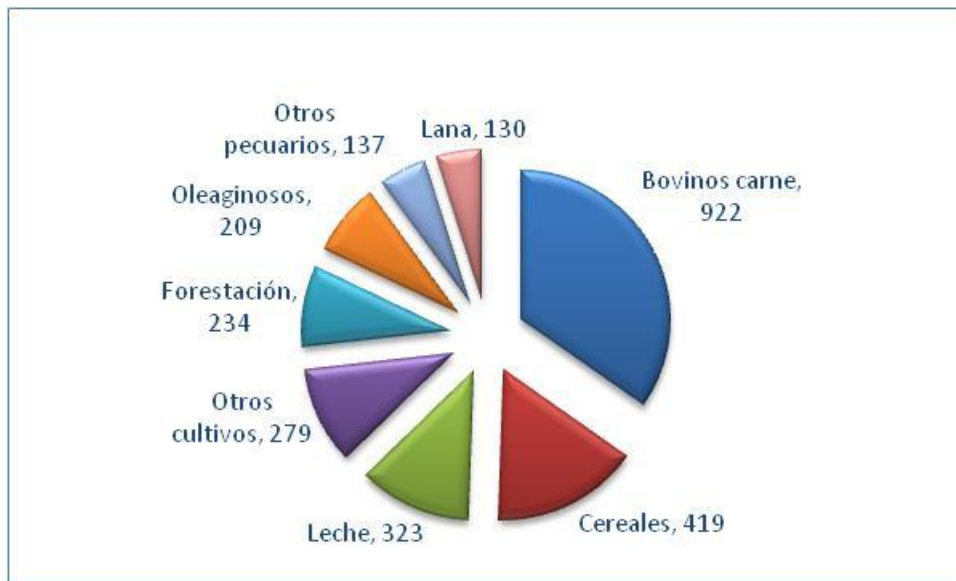


Figura 1. Valor Bruto de la Producción Agropecuaria (millones de dólares americanos de 2006) correspondiente a los diferentes subsectores en el año 2006. Fuente: MGAP, 2008. Anuario 2008 de la Dirección de Investigaciones y Estadísticas Agropecuarias (http://www.mgap.gub.uy/Diea/Anuario2008/Anuario2008/pages/DIEA-Anuario-2008-cd_021.html).

La lechería es otro rubro de gran importancia, con 900.000 cabezas sobre una superficie de 870.000 ha, que en 2008 alcanzaron la producción de 1.700 millones de litros. Aproximadamente dos tercios de la producción total de leche se procesa para obtener productos exportables. Las exportaciones de productos lácteos superaron los US\$ 400 millones en 2008.

El sector agropecuario ha comenzado además a adquirir un rol importante como proveedor de materias primas energéticas. La legislación vigente en el país obliga a la mezcla de biocombustibles (etanol y biodiesel), en proporciones que irán aumentando en el tiempo, con los combustibles tradicionales (gasolina y diesel, respectivamente). Ello ha motivado un incipiente desarrollo de industrias productoras de biocombustibles. Asimismo, la implementación de inversiones en generación eléctrica a partir de biomasa está generando nuevos canales para la comercialización de productos agrícolas (por ejemplo, soja, caña de azúcar) y de sub-productos industriales (cáscara de arroz), y podrá generar, en el futuro cercano, opciones comerciales para residuos de cultivos (paja de arroz, paja de trigo) o para nuevos cultivos que se desarrollen específicamente para la obtención de biomasa (sorgo dulce, gramíneas sub-tropicales, etc.). Por otra parte, el país tiene un alto potencial para la producción de electricidad eólica, la cual necesariamente deberá desarrollarse en sitios actualmente destinados a la producción pecuaria y forestal, principalmente. La venta de “viento” podrá constituir una nueva fuente de ingresos para los productores agropecuarios.

2. Emisiones de gases de efecto invernadero en la agricultura

Las emisiones de gases de efecto invernadero en Uruguay, exceptuando el sector Uso de la Tierra, Cambios en el Uso de la Tierra y Silvicultura (UTCUTS), totalizaron 30,5 Mt CO₂-e en 2004. En ese año, el sector UTCUTS alcanzó una remoción neta de dióxido de carbono de 26,4 Mt CO₂-e. Las emisiones del año 2004 fueron 10,1% superiores a las de 1990. El máximo nivel de emisiones durante el período 1990-2004 se alcanzó en 1998, con 33,6 Mt CO₂-e (21,4% por encima de las emisiones de 1990).

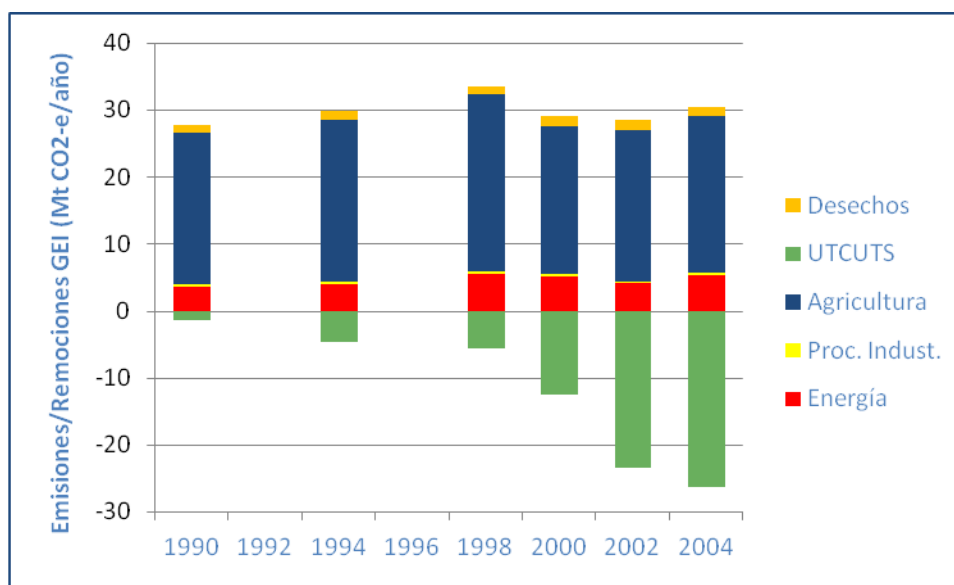


Figura 2. Evolución de las emisiones y remociones de gases con efecto invernadero en Uruguay durante el período 1990-2004 (<http://www.cambioclimatico.gub.uy>).

El sector Agricultura fue responsable por 77% de las emisiones totales de 2004. En 1990, la importancia relativa de este sector era mayor, con 82% de las emisiones totales. La actividad ganadera (a través de las emisiones de metano por fermentación entérica y de las emisiones de óxido nitroso desde los suelos originadas en las excretas animales), es la principal fuente de emisiones, con 21,7 Mt CO₂-e en 2004 (valor inferior al máximo de la serie temporal, que fue de 24,2 Mt CO₂-e en 2004). Las emisiones del sector agricultura en 2004 fueron 3% superiores a las de 1990, habiendo alcanzado su nivel máximo en 1998 (16,1% por encima de 1990).

El sector energía, por el contrario, aumentó en importancia relativa, pasando de 13% a 18% del total entre 1990 y 2004. Las emisiones en 2004 en este sector fueron 5,3 Mt CO₂-e, 46,5% por encima del valor de 1990, aunque algo inferior al máximo de la serie temporal, que también ocurrió en 1998 (5,4 Mt CO₂-e, 49,3% por encima de 1990). Las emisiones del sector transporte han constituido entre 41 y 55% del total de emisiones del sector energía, mostrando una tendencia al aumento con el tiempo: en 2004 las emisiones fueron 48% superiores a las de 1990, aunque las de 1998 habían sido aún mayores (80% por encima de 1990). Las industrias de la energía (principalmente generación eléctrica) fueron responsables por 25% de las emisiones sectoriales en 2004. En términos absolutos, las mismas se incrementaron en 156% con respecto a 1990.

En el sector UTCUTS, las remociones de dióxido de carbono aumentaron sostenidamente en el tiempo, debido a la combinación de tres factores: a) el desarrollo de un proceso sostenido de implantación de bosques de rendimiento, que durante la serie temporal considerada (1990-2004) alcanzó a más de 600.000 ha de nuevas plantaciones; b) la adopción de la tecnología de siembra directa en 2/3 del área de agricultura extensiva de secano (esta tecnología era prácticamente inexistente en 1990); y c) la efectiva protección del bosque nativo a partir de la promulgación de la Ley No. 15.939 en diciembre de 1987.

3. Opciones de mitigación propuestas para el sector de la agricultura

(i) Ganadería

La ganadería es responsable por cerca de 80% de las emisiones de gases con efecto invernadero en Uruguay. En particular, los sistemas de ganadería vacuna y ovina extensivos que se desarrollan en la mayor parte del territorio nacional, son los principales emisores de gases, tanto por su nivel absoluto como por las emisiones por unidad de producto. Dichas emisiones se originan principalmente en la fermentación ruminal (metano) y en los procesos microbiológicos que utilizan el estiércol y la orina, que producen metano y óxido nitroso. Dada la relativa estabilidad temporal de los stocks de ganado y de los sistemas de producción dominantes en el país, las emisiones de gases de efecto invernadero del sector ganadero se han mantenido relativamente estables en el tiempo, en un nivel de más de 20 Mt CO₂-eq por año.

Se estima que cada kilo de carne vacuna producida en Uruguay (medida en términos de peso vivo) produce emisiones de metano y óxido nitroso por más de 30 kg CO₂-equivalente, considerando solamente las emisiones directas de la actividad primaria (si se consideraran las emisiones de todo el ciclo de vida por unidad de producto que llega al consumidor, los niveles serían del orden de más de 90 kg CO₂/kg carne). Estos niveles de emisión por kg de carne podrían ser reducidos de manera importante a través de la intensificación de los sistemas de producción. La implementación de sistemas de producción más intensivos podría resultar en menores emisiones por unidad de producto, aunque las emisiones totales del país podrían incrementarse dado que la producción total aumentaría con la intensificación.

La intensificación puede ocurrir manteniendo el sistema de pastoreo, o mediante confinamiento parcial o total. Las implicancias de una u otra forma con relación a las emisiones de gases con efecto invernadero son diferentes. Por una parte, la intensificación en base a mejoramiento de pasturas puede tener el beneficio adicional del secuestro de carbono en el suelo por las pasturas, el cual se sumaría a la reducción de emisiones por unidad de producto que se podría lograr (aunque con algunas limitaciones dadas por la saturación de sumideros y el riesgo de no permanencia de los mismos). Por otra parte, en el caso de sistemas que dependen de la transferencia de forrajes y concentrados al sitio de consumo, si bien las emisiones directas (por ejemplo, por fermentación ruminal) se reducen marcadamente, hay otras emisiones que pueden incrementarse (por manejo del estiércol y por la reducción de reservorios de carbono en las tierras en donde se produce el forraje). Ambas fuentes de emisiones pueden ser potencialmente controlables y evitadas.

El tema del secuestro de carbono en los suelos merece una especial consideración. En la fig. 3 se muestra una hipotética situación en la que un sitio determinado fue sometido históricamente a cambios en el uso del suelo, causando en consecuencia reducciones en los niveles de carbono orgánico (y por consiguiente, emisiones de dióxido de carbono a la atmósfera). Según un estudio científico realizado en 11 sitios de Argentina y Uruguay¹ el pastoreo practicado durante 370 años ha producido una reducción promedio de 22% (21,2 t/ha) en el contenido de carbono orgánico de los suelos. Ello significa que existe el potencial para recuperar ese carbono perdido y a la vez ayudar a la mitigación del cambio climático. La siembra de pasturas en sitios con historial de degradación de suelos por la agricultura o erosionados, y el mejoramiento de pasturas (por ejemplo, con la introducción de especies más productivas y/o con forraje de calidad superior) son prácticas que conducirían a una recuperación del carbono del suelo. Según el inventario nacional de gases con efecto invernadero elaborado por la DINAMA, las pasturas mejoradas removían en el año 2004 un total de aproximadamente 5 Mt CO₂ de la atmósfera, mitigando así cerca de un sexto de las emisiones totales del sector ganadero. Existe el potencial para aumentar esa cifra considerablemente por un plazo de dos o tres decenios.

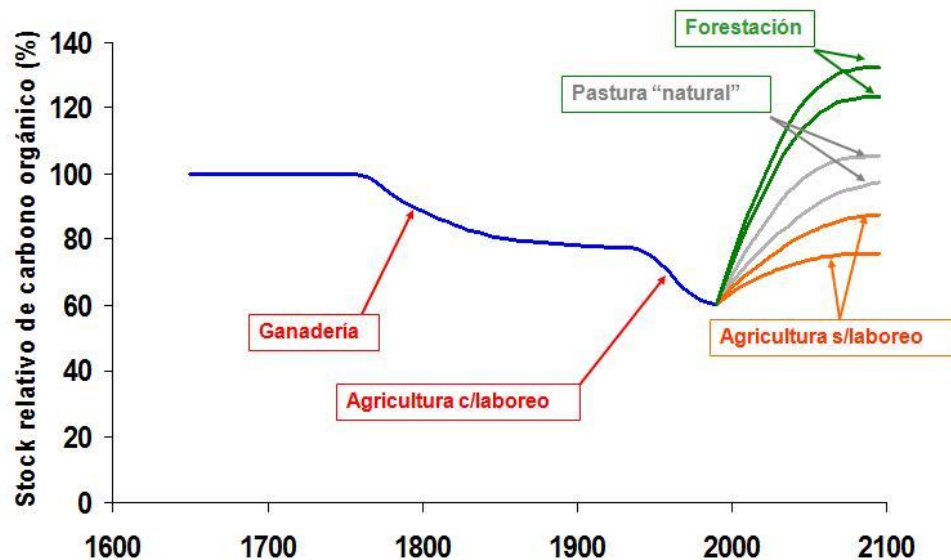


Figura 3. Modelo conceptual de la evolución histórica del nivel de reservorio de carbono en un ecosistema de Uruguay (por ejemplo, del litoral oeste) que fue sucesivamente sometido a cambios de uso a través de la introducción primero de la ganadería, y más tarde de la agricultura tradicional basada en el laboreo intensivo de suelos. El modelo incluye además la proyección de los niveles de reservorio de carbono bajo posibles nuevos sistemas de producción introducidos con la finalidad de mitigar emisiones de gases de efecto invernadero.

Además de la intensificación, existen otras formas posibles de reducir emisiones en la actividad ganadera: mejoramiento genético, manipulación de la microflora ruminal, uso de aditivos a la dieta (aceites vegetales, taninos, monencinas y otros compuestos

¹ Piñeiro, G., Paruelo, J.M. y Oesterheld, M. 2006. Potential long-term impacts of livestock introduction on carbon and nitrogen cycling in grasslands of Southern South America. *Global Change Biology* 12:1267–1284.

químicos), optimización de la ingesta de proteína para reducir la excreción de nitrógeno, y otras. La mayoría de estas medidas de mitigación se encuentran en fase experimental, o no son consistentes en sus efectos. No se vislumbra un impacto posible de estas medidas en la mitigación de las emisiones del sector ganadero de Uruguay en el mediano plazo (hasta 2015).

El desarrollo de proyectos con posibilidad de acceder a financiamiento a través de la producción de certificados de carbono enfrenta varios tipos de barreras: *i*) no existen metodologías aprobadas para la reducción de emisiones por fermentación ruminal (responsable por 50% de las emisiones ganaderas de Uruguay) ni para la reducción de emisiones de óxido nitroso por deposición de estiércol y orina sobre los suelos (responsable de 45% de las emisiones ganaderas); *ii*) el desarrollo de metodologías que reconozcan la reducción de emisiones por unidad de producto puede resultar difícil en un sistema como el MDL que se basa fuertemente en la reducción de emisiones absolutas, aunque existen antecedentes de metodologías que premian a la mejora en la eficiencia energética medida como emisiones energéticas por unidad de producto (como es el caso de los proyectos de generación eléctrica en el MDL, en los cuales la línea de base se define en términos de emisiones de CO₂ por MWh; también es el caso de proyectos de sustitución de combustibles para generación térmica en los que simultáneamente se implementan medidas de eficiencia energética); *iii*) el secuestro de carbono en los suelos en sistemas agrícolas y ganaderos no es una actividad elegible en el MDL (aunque sí lo es en los mercados voluntarios, por ejemplo, bajo el VCS, “Voluntary Carbon Standard”); y *iv*) la relativamente reducida emisión de gases de efecto invernadero por unidad de superficie (aproximadamente 1 t CO₂-eq./ha en los sistemas de pastoreo extensivo dominantes en Uruguay) determina la necesidad de implementar proyectos de gran escala en cuanto a su extensión territorial, lo cual implica la necesidad de agrupar varias unidades de producción en un proyecto.

La intensificación de los sistemas de producción ganadera parece ser un camino necesario a recorrer en Uruguay. La creciente competencia por el uso de la tierra en el país, con el consecuente incremento en los valores de la misma, son factores de fuerte amenaza para los sistemas tradicionales de producción ganadera en el país. El financiamiento de carbono puede ser la llave para efectuar el cambio hacia sistemas superiores de producción ganadera, que preserven las ventajas de estar basados en pastoreo directo y la compatibilidad con las exigencias de los mercados en cuanto al confort animal. Sería concebible un objetivo de desarrollar proyectos de mejoramiento de pasturas que reduzcan emisiones de gases del ganado y a la vez secuestren carbono en los suelos, siendo posible que esta última actividad sea elegible para el MDL a partir de 2013. El incremento en el contenido de materia orgánica de los suelos podrá a su vez resultar en incrementos en la fertilidad de los mismos y en su tolerancia a eventos climáticos como la sequía, causa histórica de fuertes pérdidas económicas para el sector, y que parece haber incrementado su frecuencia como consecuencia del cambio climático.

Podría ser factible desarrollar un programa de proyectos de mejoramiento de pasturas sobre un área de 500.000 ha hasta el año 2015, apostando al secuestro de carbono de 2,5-3,0 t CO₂/ha/año, y a la reducción de emisiones ganaderas del orden de 40%. **Este programa podría lograr la producción de certificados de carbono por un total de 1,5 a 2 Mt CO₂-eq./año en 2015.** En caso de que en años posteriores a 2015 este programa se extienda a toda la superficie de ganadería extensiva del país, la reducción de emisiones podría ser del orden de más de 20 Mt CO₂-eq./año.

Cabe efectuar dos aclaraciones con respecto a la cifra estimada en el párrafo anterior. Una es que una vez que se alcance la saturación de los sumideros (pool de carbono orgánico de los suelos), la reducción de emisiones se limitará a las provenientes de las fuentes ganaderas (fermentación ruminal y deposición de estiércol y orina sobre los suelos). La segunda aclaración es que dicha estimación se basa en la reducción de emisiones por unidad de producto, pero para lograr la misma es necesario incrementar las emisiones totales, ya que el nivel de producción aumentaría en mayor medida que la reducción de emisiones. Este dato podría adquirir relevancia en el escenario probable de que Uruguay deba afrontar compromisos internacionales de reducción de emisiones de gases de efecto invernadero, las cuales hasta ahora no se miden en términos de intensidad (es decir, por unidad de producto) sino de nivel absoluto. La implementación de un programa como el mencionado podrá ser de gran utilidad para el gobierno uruguayo a la hora de negociar su nivel de compromiso (que no necesariamente implicaría una reducción de emisiones, sino simplemente un tope a las mismas).

(ii) Agricultura

Las principales emisiones de gases de efecto invernadero en el sector agrícola uruguayo tienen que ver principalmente con el uso de combustibles (contabilizado normalmente en el sector energía), el uso de fertilizantes nitrogenados, el aporte de nitrógeno al suelo por los residuos de los cultivos y el cultivo de arroz. La suma de fertilización nitrogenada y aportes de residuos a los suelos causó la emisión de óxido nítrico por 688,2 ktCO₂-eq. en 2002. Las emisiones de metano por el cultivo de arroz en el mismo año fueron de 733,9 ktCO₂-eq., y si se consideran otras fuentes menores, la emisión total de las actividades agrícolas, excluyendo el uso de combustibles², fue de 1,4 MtCO₂ en 2002.

Las principales medidas de mitigación de dichas emisiones serían el incremento en la eficiencia del uso del nitrógeno proveniente de los fertilizantes y la reducción de emisiones de metano en arrozales mediante el manejo del riego. En el primer caso, el uso de cultivos de leguminosas en la rotación de cultivos, especialmente en forma de abonos verdes (cultivos realizados específicamente para fijar nitrógeno en los suelos), y el adecuado manejo de la fertilización nitrogenada para armonizar la oferta de nitratos en el suelo con su demanda por los cultivos, son las medidas más promisorias. El uso de inhibidores de la ureasa, enzima que favorece la conversión de urea en amonio, es también una práctica que podría ser difundida. Para el caso de las emisiones de arroz, la práctica que se ha identificado como prácticamente la única con posibilidades de reducir emisiones sería la del drenaje transitorio del cultivo, en una o dos ocasiones, durante el ciclo del mismo. Los principales inconvenientes de esta medida son la necesidad de una mayor disponibilidad de agua, los costos adicionales de riego, y las dificultades para lograr un efectivo drenaje en suelos muy planos.

Todas las medidas de mitigación mencionadas en el párrafo anterior podrían ser implementadas bajo el MDL en su formato actual, aunque aún no existen metodologías aprobadas para ninguno de los casos, lo cual puede constituir una importante barrera, especialmente considerando las altas incertidumbres que rodean a las estimaciones de

² Las emisiones por uso de combustibles fósiles en la agricultura, que en 2002 fueron de 0,5 MtCO₂, se contabilizan en el sector Energía.

emisiones de gases como el metano y, especialmente el óxido nitroso, que ocurren con muy baja intensidad. La posibilidad de implementar proyectos pasa por cubrir grandes extensiones que minimicen las incertidumbres que serían relativamente importantes en proyectos de pequeña escala. Es nuestra opinión que en un horizonte de mediano plazo (año 2015) no sería esperable una reducción significativa de emisiones por estas actividades.

Por otra parte, existe un importante potencial para el secuestro de carbono en suelos de tierras agrícolas, a través de sistemas más productivos (rotaciones más intensas, uso de fertilizantes, uso de riego, rotación de cultivos y pasturas, uso de abonos verdes) o a través de reducciones en el laboreo de suelos, especialmente a través de la adopción de sistemas de siembra directa. Al igual que en el caso de mejoramiento de pasturas, el secuestro de carbono en suelos agrícolas no es elegible para el MDL, aunque sí lo sería para el mercado voluntario, y posiblemente lo sea para el MDL a partir de 2013. Otra forma de mitigar el cambio climático en tierras agrícolas sería mediante la plantación de árboles, ya sea en forma de quintas, cortinas o de bosques extensos en suelos degradados, erosionados o de baja productividad. Esta actividad sí podría ser elegible para el MDL.

La adopción de sistemas de siembra directa aparece como la medida de mayor facilidad de implementación para la producción de certificados de carbono en tierras agrícolas. Una importante restricción para ello podría ser el tema de la adicionalidad, ya que una buena parte de las tierras agrícolas ya están bajo este sistema, y por consiguiente sería difícil demostrar que el mismo no forma parte del escenario de línea de base. Existe todavía una fracción importante del área agrícola que se encuentra bajo sistemas de producción que intercalan cultivos con laboreo previo con otros cultivos bajo siembra directa. En esas áreas podría existir la oportunidad para hacer la total eliminación de los laboreos de suelos, secuestrando carbono en el proceso. La inserción de pasturas y abonos verdes en rotación con cultivos que ya se encuentran bajo sistemas de siembra directa permanente puede constituir otra oportunidad.

En síntesis, estimo que para el sector agrícola podría haber posibilidades de reducir emisiones de óxido nitroso desde los suelos por hasta unas decenas de miles de t CO₂ anuales, aunque esto no sería no fácilmente realizable antes de 2015; mientras que para el secuestro de carbono se podría pensar en un área de hasta 100.000 ha sometida a procesos de mejoramiento de los reservorios de carbono orgánico del suelo, con un potencial de producción de certificados por hasta 300.000 t CO₂ anuales en el país. Ello traería aparejado importantes cobeneficios dados por la incorporación de materia orgánica a los suelos (incremento en la fertilidad y mejora en la condición física de los suelos, mayor tolerancia a sequías y a erosión, mayor capacidad de adaptación al cambio climático).

4. Aspectos a considerar para lograr flujos de inversión y financieros para la mitigación del cambio climático en la agricultura

En esta sección se discuten varios de los aspectos relacionados con la implementación de las medidas de mitigación identificadas. Dos aspectos principales son considerados: los relativos a flujos financieros e inversiones; y los relativos a disponibilidad de información y enfoque metodológico de la evaluación de flujos financieros y de inversiones.

(i) Aspectos relacionados con los flujos de inversión y financieros necesarios para la mitigación del cambio climático

La propiedad de la tierra en Uruguay es prácticamente en su totalidad privada, y la actividad agropecuaria se desarrolla bajo criterios empresariales, regida por parámetros de libre mercado. Prácticamente no existen políticas de Estado que causen distorsiones al funcionamiento del mercado y la producción agropecuaria uruguaya tiene un alto grado de competitividad en las condiciones actuales de los mercados.

Las unidades de producción tienen en promedio una escala relativamente importante (un promedio de 287 ha por explotación, según el Censo General Agropecuario 2000). Aproximadamente 76% de la superficie total destinada a la producción agropecuaria está en predios de 500 ha o más de superficie, y 32% lo está en predios de más de 2500 ha. La concentración de la tierra en predios de buen tamaño es sin dudas un factor positivo para la implementación efectiva de medidas de mitigación, especialmente considerando que es en esos predios de gran tamaño donde están las oportunidades de reducción de emisiones y secuestro de carbono.

En función de lo expresado, es claro que las inversiones necesarias para la mitigación del cambio climático deberán provenir principalmente del sector privado. Por otra parte, dado que la implementación de las medidas de mitigación requiere de escalas importantes para lograr efectividad en cuanto a los volúmenes de reducciones de emisiones, y también para hacer frente a los altos costos de transacción, el segmento de los productores de mayor tamaño es el que ofrece las mejores perspectivas.

A pesar de lo anterior, es claro que existe una importante cantidad de productores de pequeña escala (86% de los predios tienen menos de 500 ha). Dentro de este grupo puede existir un potencial de mitigación relativamente importante. En particular, cabe mencionar que muchos de estos productores (al igual que los de mayor tamaño) se encuentran agrupados en cooperativas, sociedades de fomento rural y otros. Estas formas asociativas pueden posibilitar lograr la escala necesaria para la puesta en práctica de medidas de mitigación. Cabe mencionar que aún los productores de mayor escala podrán requerir mecanismos de asociación para alcanzar escalas practicables.

La alta competitividad de los productores uruguayos puede verse amenazada por al menos dos factores emergentes. Por un lado, los impactos del cambio climático parecen ir marcando dos tendencias con efectos antagónicos. Por un lado, el significativo incremento observado en las precipitaciones, principalmente en los meses de primavera y verano, tendencia que se prolongaría en el futuro, está marcando un potencial para un incremento en la productividad de cultivos y pasturas, y para una mayor participación de rubros estivales, como los cultivos de soja, maíz, girasol y sorgo, así como diversos cultivos forrajeros. Por otra parte, el cambio climático parece estar induciendo una creciente variabilidad interanual, principalmente en las precipitaciones, lo cual incrementa notoriamente los riesgos del sistema, y aumenta la aversión a realizar las inversiones necesarias para mitigar el cambio climático.

Un segundo factor que afecta la competitividad tiene que ver especialmente con el sector ganadero. Tarde o temprano, la emisión de gases de efecto invernadero representará un costo que habrá que internalizar en la actividad productiva. Cada aumento de 1 kg en el peso vivo del ganado de carne en sistemas extensivos de Uruguay emite a la atmósfera el equivalente a 35 kg CO₂. Si esa emisión tuviera un costo (por

ejemplo, a través de la necesidad de comprar en el mercado certificados de carbono o a través de un impuesto a las emisiones), el mismo podría llegar a ser equivalente al valor actual de mercado de la carne, o aún mayor. Esto resultaría en una menor competitividad internacional de la carne uruguaya, especialmente si se considera que hay otros países, como Nueva Zelandia, que tienen emisiones por unidad de producto sustancialmente menores.

Frente a estos factores que afectan la sostenibilidad del negocio ganadero y agropecuario en general, la implementación de medidas de mitigación puede aportar elementos positivos. Como se mencionó en secciones anteriores, el secuestro de carbono en suelos es una de las principales oportunidades de mitigación. Incrementar el contenido de carbono orgánico del suelo tiene múltiples beneficios además de la remoción de dióxido de carbono de la atmósfera: mejora en la fertilidad y en la condición física del suelo (aumentos en la capacidad de infiltración y almacenamiento de agua, en la aeración y en la estabilidad de los agregados; disminución en la resistencia mecánica al crecimiento de las raíces); protección frente a los agentes erosivos del suelo; y tolerancia a agentes causantes de degradación del suelo como la compactación. Un suelo con más carbono orgánico confiere mayor adaptación a la creciente variabilidad climática.

Más allá de esos beneficios, el secuestro de carbono resultante del mejoramiento de pasturas también se asocia con una reducción de emisiones ganaderas por unidad de producto. Ambos procesos –secuestro de carbono y reducción de emisiones- tienen connotaciones diferentes con respecto a posibles obligaciones futuras de reducción de emisiones. Mientras que las emisiones seguramente estarán sometidas en algún momento en el futuro a una reducción obligatoria, el secuestro de carbono será una medida totalmente voluntaria y, como tal, podría beneficiarse más claramente con ingresos financieros derivados de la venta del servicio de mitigación. Ello implica que el secuestro de carbono podrá contribuir financieramente a compensar costos ambientales internalizados en la producción de carne. Sin perjuicio de ello, y dependiendo de cómo sea afectado el país por los resultados de la negociación internacional sobre cambio climático que se conduce actualmente, las acciones de reducción de emisiones ganaderas también podrán generar por sí mismas ingresos por dicho servicio.

Complementariamente al financiamiento de carbono, que sin dudas tendrá un rol muy importante en la mitigación en el sector de la agricultura en Uruguay, es necesario que existan otros instrumentos adicionales que aseguren una efectiva implementación. Los mecanismos de seguros agrícolas tendrán un rol creciente frente a la también creciente variabilidad climática. Los beneficios sociales derivados de las medidas de mitigación también ameritan la implementación de políticas públicas que reconozcan ese valor agregado e incentiven la adopción de dichas medidas. Estos aspectos son discutidos con más detalle en la sección 5.

(ii) Aspectos metodológicos y disponibilidad de información

Se considera que no existen mayores restricciones en cuanto a disponibilidad de información para la realización de la evaluación de flujos de inversión y financieros. La información necesaria para estimar las inversiones y costos y las reducciones de emisiones logrables podrá ser obtenida mediante la utilización del conocimiento de expertos nacionales y de otras fuentes públicamente disponibles o de relativamente fácil acceso (estudios del INIA, la Facultad de Agronomía y otras instituciones).

El análisis debería focalizar prioritariamente en las actividades con mayor potencial para la mitigación, que son principalmente: a) el secuestro de carbono en suelos ganaderos y las emisiones ganaderas; b) el secuestro de carbono en tierras agrícolas; c) la reducción de emisiones por el cultivo de arroz; d) la mejora en la eficiencia del uso de los fertilizantes nitrogenados; y e) la intensificación de los sistemas de producción de carne vacuna, manteniendo siempre la condición de pasturales.

Todas estas actividades se basan en prácticas conocidas, como por ejemplo, la adopción de sistemas de siembra directa, el uso de pasturas en rotación con cultivos, o el fraccionamiento de la fertilización nitrogenada para acompañar la curva de demanda de este nutriente por los cultivos, o el mejoramiento de pasturas naturales mediante la introducción de leguminosas forrajeras y la fertilización fosfatada. Ello significa que la determinación de las inversiones y costos asociados a estas prácticas se puede efectuar con facilidad, al menos para un ejercicio como el que se propone, que sería a un nivel nacional.

Por otra parte, las reducciones de emisiones o remociones esperables como consecuencia de la aplicación de las prácticas propuestas también pueden estimarse con un grado aceptable de precisión a partir del conocimiento existente, tanto a nivel nacional como internacional, y mediante el uso de modelos de simulación reconocidos y que cuentan con cierto grado de validación para las condiciones locales. Tal es el caso del uso del modelo *Century* para la estimación de la dinámica de carbono orgánico en los suelos o la productividad de pasturas o la familia de modelos DSSAT para predecir productividad de cultivos agrícolas.

5. Enfoque propuesto para el estudio de evaluación de flujos de inversión y financieros para la mitigación del cambio climático en la agricultura

En esta sección se discuten aspectos relacionados con el rol del Estado en la implementación de medidas de mitigación, y con los arreglos institucionales necesarios para la conducción de la evaluación de flujos financieros y de inversiones.

(i) Propuestas para implementación de medidas de mitigación en la agricultura

Como se mencionó, la implementación de medidas de mitigación en el sector agropecuario en Uruguay será por cuenta del sector privado. Sin embargo, es necesario que el Estado reconozca la importancia de esas medidas y brinde el marco adecuado para la concreción efectiva de las acciones de los privados. A continuación se propone un listado de posibles acciones del Estado.

a. Acciones internacionales

La evolución de las negociaciones internacionales indica que, más allá del reconocimiento de las responsabilidades comunes pero diferenciadas de los países en la génesis del problema del cambio climático, los países en vías de desarrollo deberán inexorablemente asumir compromisos de limitación a sus emisiones de gases de efecto invernadero. Países vecinos de Uruguay como Brasil y, en menor medida, Argentina, son

mencionados como candidatos a asumir tales compromisos a partir de 2013, en razón de su relativamente avanzado grado de desarrollo y elevado nivel de emisiones en comparación con muchos otros países. Chile considera la posibilidad de asumir voluntariamente tal compromiso, seguramente bajo la consideración de que ello podría traerle beneficios comerciales y de otro tipo.

Asumir un compromiso en 2013 resulta difícil para Uruguay dado el perfil de sus emisiones, que se originan en casi 80% en el sector pecuario, donde las medidas de mitigación (con una reducción en la cantidad absoluta de emisiones) están lejos de ser viables. Por otra parte, el país muestra muy buenos antecedentes, ya que sus emisiones se han reducido en más de 80% desde 1990, principalmente debido al desarrollo de sumideros biológicos de carbono. Es muy posible entonces que el país no vaya a tener una obligación de topear sus emisiones por lo menos hasta 2020, año en que se estima culminará el segundo período de compromiso del Protocolo de Kyoto. Esto implica que, hasta entonces, no habría un costo explícito asociado a la emisión de gases a la atmósfera. Sin embargo, es muy posible que comiencen a surgir barreras comerciales para productos con una elevada “huella de carbono”.

Uruguay podría considerar asumir voluntariamente un compromiso para topear el crecimiento de sus emisiones o para lograr una reducción de las mismas. En el caso del sector ganadero, la única opción viable para ello sería que el compromiso se realizara en la forma de un objetivo de intensidad de carbono (emisiones por unidad de producto).

Las ventajas de tal acción serían varias. Por un lado, implicaría una mejora en la imagen internacional del país. Más allá de ello, toda acción de reducción de emisiones por encima del objetivo fijado, podría ser comercializada en forma de certificados de carbono, ayudando al financiamiento de las medidas de mitigación. El secuestro de carbono en suelos podría ser comercializado en su totalidad, dado que se trataría de una actividad no regulada por una obligación. Sin embargo, es necesario tomar en consideración que los sumideros biológicos sólo funcionan durante un tiempo (15-20 años) luego del cual se saturan. Una ventaja importante que derivaría de asumir tal compromiso sería la de forzar el desarrollo de sistemas de producción ganadera más limpios y eficientes.

Una alternativa a la adopción de un compromiso formal de reducción de emisiones sería la de desarrollar un Plan Nacional de Mitigación bajo lo que se conoce como NAMA (“*Nationally Appropriate Mitigation Actions*”) en el contexto del Plan de Acción de Bali en la Convención de Cambio Climático. Dicho plan sería de naturaleza voluntaria, pero “con reducciones de emisiones medibles, reportables y verificables, y su implementación debería ser estimulada por la adopción de tecnologías, financiamiento y creación de capacidades, en el contexto de desarrollo sostenible”. El plan se podría implementar de manera tal que asegure la comercialización de los certificados de carbono como forma de financiamiento, aunque esto debe aún ser aceptado por la Conferencia de las Partes de la UNFCCC. Cabe mencionar que algunos países desarrollados han expresado su intención de adquirir certificados de carbono solamente en países en desarrollo que cuenten con un compromiso de reducción de emisiones o con un plan de NAMAs. El mecanismo financiero asociado a los NAMAs podría ser similar al del Mecanismo de Desarrollo Limpio.

Finalmente, está la alternativa de que Uruguay no asuma ningún tipo de compromiso y que el MDL continúe como hasta ahora, tal vez con un mayor énfasis en el denominado

MDL programático. El marco institucional y regulatorio del MDL ha alcanzado un alto grado de desarrollo, con una fuerte inversión de recursos de todo tipo, y existe consenso en que en el balance ha funcionado exitosamente. Parece razonable entonces que el mecanismo, o uno similar, continúe funcionando. Sin embargo, es posible que cambien las condiciones de participación en el mismo. Varios actores del proceso de negociación actual manejan la posibilidad de que solamente aquellos países menos desarrollados sean los que puedan participar, y que los demás países en vías de desarrollo implementen medidas bajo los NAMAs o directamente, asumiendo un compromiso legal de reducción o limitación de emisiones.

b. Divulgación de problemática y oportunidades

Existe un fuerte desconocimiento en los diversos sectores de la sociedad uruguaya acerca de la problemática del cambio climático y de las oportunidades y amenazas que ella representa para el país y sus numerosas actividades. Si bien el Estado ha realizado esfuerzos tendientes a la divulgación de la misma, aún persiste una falta de claridad sobre la misma. Es necesario que se refuercen las acciones tendientes a informar debidamente sobre los problemas y oportunidades, apuntando a sectores claves como el político, el financiero, el productivo y otros.

c. Programas de investigación científica y otros desarrollos técnicos

La puesta en práctica de medidas de mitigación en la agricultura requiere de una base de conocimiento científico y tecnológico que permita: i) identificar las oportunidades de mitigación actuales y futuras; ii) desarrollar nuevas opciones de mitigación; iii) preparar metodologías para la estimación de la línea de base de proyectos; iv) elaborar estándares o protocolos para la certificación de medidas de reducción de emisiones; v) implementar sistemas de monitoreo compatibles con requerimientos de verificación y reporte; y vi) realizar proyecciones confiables de las reducciones de emisiones o remociones logrables con la aplicación de medidas específicas de mitigación.

También se requiere de conocimiento específico sobre las tendencias del cambio climático y sus impactos sobre la agricultura. Si bien estos son aspectos más propios del área de adaptación, es claro que ese conocimiento es de utilidad para el proceso de toma de conciencia sobre la necesidad de implementar medidas de mitigación, así como sobre la identificación de sinergias entre adaptación y mitigación.

Una buena parte de ese conocimiento ya está disponible. Otra parte requiere de reinterpretación de numerosos estudios realizados en el país con otros fines diferentes al de la mitigación del cambio climático. Y otra parte deberá ser generada como nuevos conocimientos. En todos los casos, se requiere de abundante financiamiento adicional al existente, incluyendo el financiamiento de la transferencia de tecnologías especialmente a productores de menor tamaño. Existe la oportunidad de acceder a fondos disponibles o a generarse en el futuro para creación de capacidades y otros fines provenientes principalmente de los países del Anexo II de la Convención.

d. Desarrollo de un marco regulatorio específico

Bajo cualquiera de las opciones de compromisos internacionales o ausencia de los mismos, el desarrollo de un marco regulatorio específico para la mitigación del cambio climático posibilitaría un efectivo logro de reducciones de emisiones y/o remociones en el país. Dicho marco por supuesto debería ser de alcance general, y no limitado al sector agropecuario, aunque lógicamente, dada la alta participación del sector agropecuario en el total de emisiones del país, la mayoría de las previsiones del mismo tendría implicancias para el sector.

Algunos de los elementos que podrían estar contenidos en el cuerpo de normas a ser desarrollado, sin la pretensión de que la lista sea exhaustiva sino un aporte inicial a su discusión, serían los siguientes:

- En el caso poco probable (al menos en el corto plazo) de que se asuman compromisos de limitación legal a las emisiones, el cuerpo normativo necesario resultaría sumamente complejo. Las limitaciones a las emisiones se lograrían a través de un sistema de “tope y comercio” (“*cap and trade*”) o de impuestos a las emisiones, o a una combinación de ambos. La teoría y la experiencia indican que el sistema de “tope y comercio” es el más efectivo en cuanto al aseguramiento de las metas y el que permite lograr las reducciones de emisiones al menor costo. Sin embargo, para las fuentes difusas (automóviles, agricultura, etc.) dicho sistema resulta de difícil aplicación. La opción de un impuesto no parece muy viable tampoco, ya que la misma afectaría a la competitividad internacional de los productos uruguayos.
- La elaboración de un Plan NAMA, con previsiones para la venta de certificados de carbono como instrumento financiero, basado en reducción de emisiones por unidad de producto y en el desarrollo de sumideros de C es una opción más aplicable al caso de Uruguay. Sin embargo, para que la misma resulte efectiva, es necesario asegurar la monetización de las reducciones de emisiones. Esto se podría lograr por medio de la conversión de las reducciones de emisiones y remociones en certificados de carbono comercializables internacionalmente. Ello supone la concreción de acuerdos internacionales, ya sea multilaterales en el marco de la UNFCCC, o bilaterales, por ejemplo, con Estados Unidos (que seguramente tendrá el mercado de mayor volumen de demanda, tal vez equivalente a cinco veces el volumen del Protocolo de Kyoto en el período 2008-2012). El financiamiento dado por la venta de certificados de carbono podría ser complementado por diversos tipos de incentivos (ver abajo). La implementación de un Plan NAMA requeriría de un adecuado soporte institucional y regulatorio (ver abajo).
- Más allá del financiamiento de carbono, la implementación de un Plan NAMA resultaría efectiva si se brindan los incentivos necesarios por parte del Estado para medidas de mitigación tales como mejoramiento de pasturas, desarrollo de cultivos específicos para biomasa, plantación de árboles en predios agropecuarios, sistemas de producción sin laboreo, riego de cultivos y pasturas, rotación de cultivos agrícolas con pasturas, abonos verdes con leguminosas, y muchas otras. Estos incentivos pueden ser de dos tipos: exoneraciones impositivas o subsidios, y ambos deberían estar basados en el logro de metas de reducción de emisiones.

- El marco regulatorio también debería contener previsiones para facilitar el logro de las escalas mínimas necesarias para las actividades de mitigación, a través de programas de actividades, o de asociaciones de productores a través de estructuras existentes, o a través de las agroindustrias (frigoríficos, industrias lácteas, etc.).
- También debería contener una regulación de las responsabilidades institucionales del Estado para la ejecución, monitoreo y actualización permanente del Plan NAMA, para la creación de un sistema nacional de inventario de gases de efecto invernadero, para el funcionamiento de un registro de reducciones de emisiones verificadas, para el contralor del cumplimiento de los objetivos en caso de que se concedan incentivos financieros con fondos públicos, etc.

Sería muy importante dar reconocimiento formal a los certificados de carbono como un instrumento de promoción y, en función de ello, establecer normas fiscales que apunten a la exoneración de impuesto a la renta derivada de la comercialización de los mismos.

(ii) Arreglos institucionales para la conducción de la evaluación de I&FF

La Unidad de Cambio Climático de la DINAMA debería ser la institución que lidere el estudio. Considerando las características del sector público, se considera que no es necesario firmar memorandos de entendimiento, sino que la utilización de canales ya existentes sería la forma más efectiva de trabajo.

El conocimiento experto y/o la disponibilidad de tiempo necesarios para la realización de un estudio como el propuesto no se encuentra dentro de las instituciones gubernamentales. Mi sugerencia es que la Unidad de Cambio Climático designe a un equipo consultor externo para la realización del trabajo de evaluación de los flujos de inversión y financieros. El propio equipo consultor debería ser el que se ocupe de obtener la información, contando por supuesto con el apoyo facilitador de la Unidad de Cambio Climático.

6. Bibliografía consultada

MVOTMA, 2006. Inventario Nacional de Gases de Efecto Invernadero 2002. Unidad de Cambio Climático, DINAMA. <http://www.cambioclimatico.gub.uy>

MGAP, 2008. Anuario 2008 de la Dirección de Investigaciones y Estadísticas Agropecuarias (http://www.mgap.gub.uy/Diea/Anuario2008/pages/DIEA-Anuario-2008-cd_021.html)

Piñeiro, G., Paruelo, J.M. y Oesterheld, M. 2006. Potential long-term impacts of livestock introduction on carbon and nitrogen cycling in grasslands of Southern South America. *Global Change Biology* 12:1267–1284.