

# ***Créditos de carbono y crisis del petróleo: ¿la hora de la agroenergía?***

*Ing. Agr. Walter Oyhançabal<sup>1</sup>*

---

## **1. EL CAMBIO CLIMATICO**

El cambio climático es el mayor desafío ambiental que enfrenta la humanidad. El planeta da múltiples señales de ello: poblaciones humanas y naturaleza son frecuentemente afectados por desastres climáticos (inundaciones, huracanes, sequías, desertificación, etc.). Este desafío es complejo de enfrentar, no sólo por razones científicas, sino principalmente porque implica cambios profundos en los estilos de desarrollo, en los comportamientos de los países, las empresas y las personas, particularmente de aquellos que integran el núcleo minoritario a escala planetaria que hace un uso muy intensivo e irracional de la energía.

De acuerdo al IPCC (sigla que identifica al Panel Intergubernamental de Cambio Climático, máximo referente científico en el tema, a nivel internacional) la explicación del cambio climático es el aumento de las emisiones de dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) y, en menor medida, de otros gases de efecto invernadero (metano, óxido nitroso, etc.) Estos gases atrapan parte de la energía solar que ingresa a la atmósfera y luego se ve impedida de volver al espacio exterior. Sin estos gases la temperatura media del planeta sería tan helada como la de Marte, pero su acumulación más allá de ciertos límites incrementa el efecto invernadero y amenaza ocasionar efectos desestabilizadores de gran escala en el sistema climático mundial.

Desde los inicios de la era industrial, las actividades humanas han lanzado a la atmósfera cantidades crecientes de gases de efecto invernadero. Actualmente se emiten 6,3 mil millones de toneladas cada año, de los que la mitad se reabsorbe por los océanos y ecosistemas terrestres; y la mitad se acumula en la atmósfera.

El CO<sub>2</sub> resulta, principalmente, de la quema de combustibles fósiles (carbón, petróleo y gas natural) mayormente en los países industrializados, y en menor medida de cambios en el uso de la tierra, como la deforestación. Reducir sustancialmente la quema de combustibles fósiles es la clave para minimizar los riesgos de las alteraciones crecientes en el sistema climático, pero esto puede implicar cambios trascendentes en los estilos de desarrollo y afecta intereses económicos muy poderosos.

---

<sup>1</sup> *Coordinador de la Unidad de Proyectos Agropecuarios de Cambio Climático del MGAP. Miembro del Panel Intergubernamental de Cambio Climático. Integrante del Grupo de Trabajo Forestal de la Junta Ejecutiva del MDL. Revisor de Inventarios de Gases de Efecto Invernadero de países del Anexo I (industrializados).*

## **2. IMPACTOS DEL CAMBIO CLIMÁTICO PARA EL SECTOR AGROPECUARIO**

El cambio climático tiene algunas peculiaridades significativas: 1) es global, pero se expresa en forma diferenciada en las distintas zonas del planeta, o sea que algunas regiones resultarán más afectadas que otras, 2) representa externalidades negativas de unos países respecto a otros con notables implicancias en términos de equidad, o sea los países industrializados son los principales responsables del problema, pero otros lo sufren con mayor rigor, y 3) el cambio climático no se produce en la forma de lentos cambios acumulativos graduales (a los que sería más fácil adaptarse) sino en un marco de una fuerte y creciente variabilidad.

En el caso de Uruguay, y si se atiende a la evolución de los promedios, los análisis realizados por INIA (Unidad de Agro-clima y Sistemas de Información, GRAS) y la Universidad de la República muestran que el clima se está volviendo más lluvioso y probablemente tenderá a ser algo más cálido, con inviernos más cortos y benignos (menor número de días con heladas). Las precipitaciones anuales medias han aumentado nada menos que alrededor de 25 por ciento desde inicios del siglo XX.

Más allá de lo que indican las tendencias de los promedios anuales, para el sector agropecuario, que trabaja casi enteramente a cielo abierto, es particularmente preocupante el aumento de la variabilidad climática intra e interanual, ya que significa mayores riesgos y un potencial de afectación muy relevante, que aún no ha sido suficientemente internalizado en las estrategias productivas. Este aumento de la variabilidad significa que es esperable una mayor intensidad y frecuencia de eventos extremos: en particular períodos de déficit o excesos hídricos.

Para la agricultura esto significaría rendimientos menos previsibles y, por ejemplo, mayor riesgo de enfermedades (caso del desarrollo de micotoxinas en trigo y cebada, asociado a primaveras más húmedas). Para las producciones intensivas representaría mayor riesgo de daños en la infraestructura productiva y el patrimonio (por ejemplo, invernáculos). Para la forestación, el riesgo de incendios sería una amenaza creciente. En la ganadería extensiva es de esperar un aumento de la variabilidad de la oferta forrajera dentro de años y entre años, lo que afectaría directamente los niveles de producción de carne. A la vez, hará más difícil optimizar la carga, por lo que cabría esperar que aumenten tanto el sobrepastoreo (y la degradación de los tapices) como los excesos de forraje.

En los últimos seis años, sin contar los perjuicios de la sequía del verano 2004/05, algunas estimaciones realizadas por el MGAP muestran que los eventos extremos le significaron a los productores pérdidas algo superiores a los 300 millones de dólares, esto es casi la mitad de la deuda agropecuaria actual con el BROU.

Pero a las pérdidas económicas directas asociados a los eventos extremos hay que sumar también las que se derivan del daño a los recursos naturales, que son

base primordial de la generación de la riqueza del país, afectando la sustentabilidad. El cambio climático aumenta el riesgo de pérdidas de suelo por erosión (más lluvias y más intensas, particularmente en el norte del país), aumenta los riesgos de incendios por olas de calor y sequías, deteriora la biodiversidad natural y afecta fuertemente el ciclo hidrológico.

En definitiva, el cambio climático torna los agroecosistemas mucho más vulnerables. Es necesario, pues, plantearse estrategias de adaptación. La vulnerabilidad debe ser entendida como un concepto que incluye la probabilidad de exposición a perturbaciones severas, la tolerancia de los sistemas a las perturbaciones y, por último, la capacidad de recuperarse de las perturbaciones (resiliencia). Los seguros agrícolas, por ejemplo, adquieren en este marco una relevancia incrementada.

La investigación agropecuaria tiene también un papel central a jugar, por ejemplo generando materiales genéticos más resistentes a enfermedades o a excesos o déficit de agua, y proponiendo estrategias de diversificación de los sistemas productivos y prácticas de manejo que minimicen los riesgos asociados a eventos extremos. A nivel de establecimiento será necesario incorporar crecientes medidas para amortiguar los impactos de la variabilidad climática (reservas de forraje, mejores sistemas de aguadas, más abrigo y sombra, mínimo o cero laboreo, sistemas productivos más diversificados, escalonar épocas de siembra, medidas de protección de los recursos naturales, etc.).

La mejora de la disponibilidad de información sobre escenarios climáticos de corto y mediano plazo, los sistemas de alertas tempranas y, en particular su incorporación a la planificación de las actividades, son otra parte central de esas estrategias, en la que es resaltable el trabajo que hace el INIA (GRAS).

### **3. LA CRISIS DEL PETRÓLEO Y EL NUEVO PARADIGMA DE LA AGROENERGÍA**

El alza de los precios del petróleo se dibuja sobre un escenario en el que la oferta empieza a verse impedida de acompañar el aumento de la demanda. Los pronósticos más conservadores (ver informe del Banco Mundial de septiembre de 2005) hablan de precios que se mantendrán encima de los US\$50 por barril, en los próximos años. Algunos pronósticos son aún más sombríos, pero todos coinciden en que aumentará la volatilidad y la inseguridad de abastecimiento. Se estima cercano el pico en la oferta de petróleo y luego una tendencia descendente en la oferta a la par que la demanda presionará por más petróleo.

Uruguay es muy vulnerable a estos escenarios de aumento sostenido del petróleo, por su elevado peso en la matriz energética (53% en el año 2004 <sup>2</sup>). Sin embargo, nuestro país es rico en posibilidades de aprovechar sus fuentes renovables de

---

<sup>2</sup> Dirección Nacional de Energía y Tecnología Nuclear (DNETN, MIEM).

energía. En el sector agropecuario y agroindustrial el país tiene un enorme potencial, hasta ahora poco aprovechado, para producir energía renovable. Es tal el potencial agroenergético del país que incluso la producción de biocombustibles líquidos (etanol, biodiesel) podría analizarse como un nuevo rubro no sólo para autoconsumo sino también para la exportación a un mercado internacional en rápida expansión.

Todo indica que hoy la agroenergía puede ser parte central de la respuesta uruguaya al agotamiento y encarecimiento del petróleo, en la medida en que otras fuentes de gran potencial, como el hidrógeno, están aún lejos de volverse comercialmente viables y disponibles. También puede ser parte importante de la estrategia de abastecimiento eléctrico y de disminución de la vulnerabilidad de la generación hidráulica a los previsiblemente más frecuentes períodos de sequía. Una política agroenergética integral podría tener ventajas en términos de renta, empleo, ahorro y generación de divisas, seguridad de abastecimiento, sustentabilidad, desarrollo tecnológico, innovación, competitividad de las cadenas y calidad ambiental (reducción de emisiones de gases de efecto invernadero, disposición de residuos).

Las oportunidades que se visualizan con mayor potencial se asocian a la producción de biocombustibles líquidos (etanol y biodiesel), la obtención de energía por co-generación, carbonización o gasificación a partir de subproductos y residuos de las cadenas agroindustriales (aserrío, celulosa, arroz), y la generación de biogás procesando residuos de producción animal intensiva (tambos, criaderos de cerdos y aves, y *feed-lots*) y de la industria frigorífica y láctea. Aprovechar estas posibilidades en su real dimensión requiere, sin embargo y según los casos, un esfuerzo de desarrollo tecnológico nacional importante.

Considérese, a título ilustrativo el potencial de la agroenergía de una hectárea de paja de cultivos, que puede producir 1.000 l de bioetanol; una hectárea de cultivos oleaginosos puede producir entre 600 y 1.500 l de biodiesel; más de 150.000 t de cáscara de arroz no tienen hoy un destino útil; y que el aserrado de madera producirá hacia el 2010 alrededor de 2 millones de m<sup>3</sup> anuales de aserrín y costaneros. Las 290.000 vacas lecheras ordeñadas dejan anualmente unas 423.000 t de estiércol en las instalaciones de ordeño, según datos del MGAP<sup>3</sup> equivalentes a 16 millones de m<sup>3</sup> de biogás por año. Precios del petróleo bajos no hacían estos proyectos atractivos, pero la situación presente y futura de los combustibles fósiles, las presiones por la reducción de su uso debidas al cambio climático y el acceso a ingresos complementarios por créditos de carbono pueden modificar el panorama radicalmente .

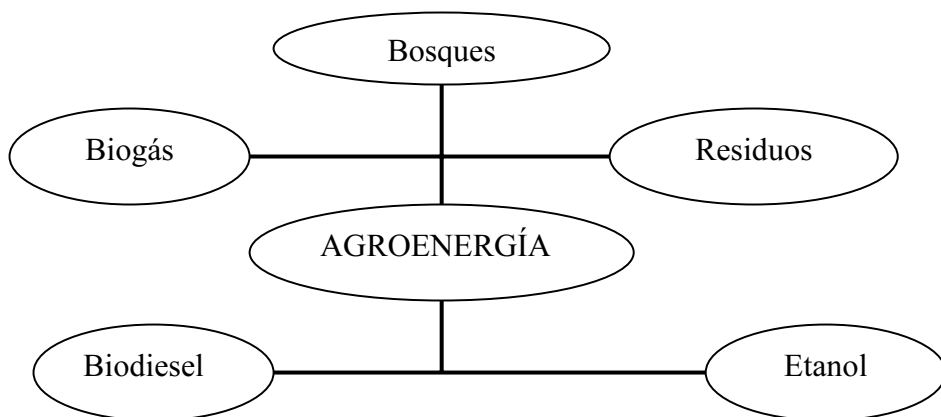
El Ministerio de Agricultura de Brasil ha hecho público en octubre de 2005 su Plan Nacional de Agroenergía. Este Plan incluye la siguiente Matriz de Producción de Agroenergía (Figura 1), que muestra los centros de interés de este Plan integral, y

---

<sup>3</sup> Comisión de Agroenergía, 1987.

que en buena medida podrían ser similares para conceptualizar una formulación de políticas en Uruguay.

**Figura 1. Matriz Agroenergética del Plan Nacional de Agroenergía de Brasil (2005)**



Fuente: Plan Nacional de Bioenergía de Brasil

## **4. EL MECANISMO DE DESARROLLO LIMPIO DEL PROTOCOLO DE KYOTO**

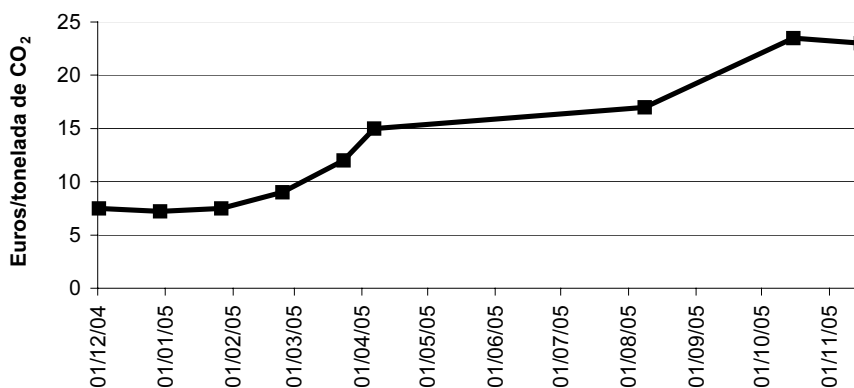
### **4.1 Características principales**

El Protocolo de Kyoto, que entró en vigor en febrero de 2005, es de cumplimiento obligatorio para todos los países que lo ratificaron (no han ratificado ni Estados Unidos ni Australia). En su artículo 12 el Protocolo incluye un mecanismo que permite vincular a los países industrializados con compromisos cuantitativos de reducir emisiones (llamados países del Anexo I) con los países como Uruguay, sin compromisos cuantitativos (países no Anexo I). Es conocido como Mecanismo de Desarrollo Limpio (MDL), y tiene el objetivo de ayudar a los países no Anexo I a lograr un desarrollo sostenible y a los países Anexo I a cumplir con sus compromisos obligatorios de reducción de emisiones de gases de efecto invernadero.

El MDL se basa en proyectos concretos, bilaterales o unilaterales, y es la primera experiencia global de creación de un mercado que reconoce el valor de un servicio ambiental, en este caso la mitigación del cambio climático.

Este mercado emergente puede ser de una gran magnitud. La Asociación Internacional de Comercio de Emisiones (IETA) estima que entre 2008 y 2012 se demandarían entre 278 y 880 millones de toneladas anuales de créditos de carbono del MDL, representando entre 2.700 y 10.000 millones de dólares anuales. Cada tonelada de dióxido de carbono no emitida o capturada puede dar lugar a créditos de carbono, bajo las reglas del MDL. Los precios de los certificados de emisiones reducidas de CO<sub>2</sub> han crecido en forma muy importante en los últimos meses, debido a los compromisos de los países industrializados. El mercado de la Unión Europea es hasta el momento el más desarrollado, con su Sistema de Comercio de Emisiones, y allí los precios de la tonelada de CO<sub>2</sub> rondan (diciembre de 2005) los 23 euros (Gráfica 1). Por su parte, los certificados de reducción de emisiones obtenibles en el MDL (llamados CERs) pueden ya usarse en el Sistema Europeo y si bien hoy alcanzan precios aún inferiores (del orden de los US\$ 10<sup>4</sup>) tenderán a converger con los precios que se tranzan en Europa a medida que se haga fluido el mecanismo.

**Gráfica 1. Evolución del precio de la tonelada de CO<sub>2</sub> en el mercado de la Unión Europea (en Euros)**



Fuente: elaborada en base a datos de Point Carbon y Nordpool

<sup>4</sup> La comercialización a través de Fondos Multilaterales, como los del Banco Mundial si bien ofrece servicios de apoyo técnico y comercial al desarrollador, representa hasta el momento precios muy inferiores (del orden de US\$ 4) y que no se indexan, lo que parece una opción poco atractiva en escenarios de precios y demanda crecientes.

## 4.2 Los proyectos MDL

En el MDL pueden presentarse dos tipos básicos de proyectos: los que reducen emisiones de gases de efecto invernaderos y los que capturan CO<sub>2</sub> en bosques. Los primeros producen certificados permanentes y los segundos producen CERs temporarios. Los precios y las modalidades de comercialización son diferentes en uno y otro caso, y merecen una consideración detallada que escapa a los alcances del presente artículo.

El MDL puede ser para el sector agropecuario uruguayo una herramienta importante para promover nuevos modelos de producción sostenible, contribuir a la restauración de tierras degradadas, promover esquemas de producción asociativa, incentivar modelos productivos innovadores y valorizar oportunidades hoy poco aprovechadas, como es el caso arriba analizado de la agroenergía.

Para el primer período de compromiso del Protocolo de Kyoto (2008-2012) las actividades de forestación y reforestación fueron incluidas en el MDL. Estos proyectos forestales se definen en un ámbito geográfico delimitado y deben lograr capturas netas de gases de efecto invernadero que sean adicionales a las que ocurrirían en ausencia del proyecto. Esta diferencia en el beneficio para la atmósfera entre la situación “con proyecto” y la situación “sin proyecto” es lo que puede cuantificarse como créditos de carbono capaces de ser colocados en el mercado.

El MDL incluye también proyectos de reducción de emisiones; puede ser una herramienta muy significativa para estimular proyectos de producción descentralizada de energía renovable y de reducción de emisiones asociadas al tratamiento de residuos contaminantes urbanos (basura), agroindustriales y rurales (efluentes y residuos sólidos).

Para alcanzar a obtener créditos de carbono comercializables todo proyecto MDL debe recorrer una serie de etapas: (1) formulación, (2) consulta pública, (3) aprobación por la autoridad designada en cada país, (4) validación por una entidad independiente acreditada, (5) registro ante la Junta Ejecutiva del MDL, y (6) monitoreo y verificación. Los créditos de carbono se otorgan durante el período de ejecución del proyecto, deben ser medidos por los desarrolladores del proyecto y verificados por una entidad independiente acreditada. Estas etapas tienen costos significativos (conocidos como costos de transacción, que se ubican hoy en el orden de 100.000 a 150.000 dólares. Por lo cual, como en cualquier proyecto de inversión se debe comparar la corriente de costos con la de beneficios. Factores determinantes de la viabilidad económica de los proyectos MDL son: cuantía de las capturas o reducción de emisiones, precio de los certificados y nivel de los costos de transacción. Los proyectos deben ser adicionales al negocio habitual, o sea, demostrar que los beneficios del MDL fueron determinantes para hacer posible el proyecto, y que no son parte del llamado negocio corriente del proponente, y deben contribuir al desarrollo sostenible del país huésped.

## **5. ALGUNAS OPORTUNIDADES DE PROYECTOS MDL DE BASE AGROPECUARIA EN URUGUAY**

El MDL da lugar a una gran diversidad de proyectos innovadores. Algunos ejemplos de proyectos posibles, agrupados por categoría son los siguientes

- Proyectos de agroenergía que reemplazan combustibles fósiles:

- a) Producción de biocombustibles líquidos (biodiesel, etanol).
- b) Carbonización o gasificación de combustibles leñosos.
- c) Sustitución de petróleo por biomasa en procesos industriales (cementeras, calderas de industrias, etc.).
- d) Aprovechamiento de residuos de biomasa para co-generación (aserrín y costaneros, cáscaras de arroz, etc.).

- Proyectos que reducen emisiones directas por fuentes:

- a) Reducción de emisiones de metano de la fermentación ruminal.
- b) Captura de biogás en biodigestores para el tratamiento sanitario de efluentes contaminantes de cría animal intensiva (lechería, cerdos) y agroindustrias, evitando emisiones de metano.
- c) Producción de madera para reemplazar cemento en la construcción (producto intensivo en uso de energía fósil).

- Proyectos que capturan CO<sub>2</sub> en biomasa arbórea:

- a) Forestación asociativa de áreas sin vocación ganadera, con participación de pequeños y medianos productores ganaderos.
- b) Sistemas silvopastoriles innovadores, que aprovechen las sinergias entre la ganadería y la lechería y la introducción de árboles.
- c) Forestación en turnos largos para madera con destino a aserrío.
- d) Valorización de especies nativas para madera y/o productos no madereros.
- e) Restauración de tierras degradadas por procesos erosivos o minería utilizando árboles.



## 6. CONCLUSIONES

El aumento de los precios del petróleo en un escenario pautado por incertidumbres de condiciones de abastecimiento, las presiones por mitigar el cambio climático y las oportunidades del Mecanismo de Desarrollo Limpio del Protocolo de Kyoto conforman un escenario en el que la agroenergía surge como un atractivo nuevo paradigma para avanzar hacia una matriz energética más sustentable, y mejorar la competitividad del sector primario y de las cadenas agroindustriales, generando valor, empleo, ahorro y producción de divisas y beneficios ambientales. Asimismo, el MDL puede representar la oportunidad para impulsar proyectos de reducción de emisiones asociadas a residuos animales y vegetales, evitando la contaminación, y de promover proyectos innovadores de desarrollo forestal de importante impacto para el desarrollo rural.

Los beneficios principales que se visualizan en el MDL son los siguientes:

- a) Incorporación de ingresos adicionales y mejora de la rentabilidad por la venta de certificados de reducción de emisiones o secuestro de CO<sub>2</sub>.
- b) Mejora del flujo de caja respecto a un proyecto no MDL, aportando ingresos periódicos anticipados y previsibles. En proyectos forestales, cuyo periodo de espera hasta la obtención de ingresos es largo, el MDL puede bajar las barreras al acceso de pequeños y medianos productores a este rubro.
- c) Aporte de capital nacional y externo, levantando barreras a la inversión.
- d) Aporte de tecnología.

Para alcanzar estos beneficios es clave una actitud proactiva, tanto del sector público como de las empresas y las asociaciones de productores, capaz de lograr que los países y las empresas del mundo industrializado se vean atraídos por la posibilidad de involucrarse en emprendimientos en Uruguay, aportando tecnología, inversión y mercados para los certificados de carbono.

El MGAP dispone de una unidad especializada en la promoción de proyectos MDL de base agropecuaria, que brinda información y apoyo genérico a los eventuales interesados en desarrollar este tipo de proyectos. Los contactos pueden realizarse con la Unidad de Proyectos Agropecuarios de Cambio Climático (UPACC), por teléfono al 412 63 07/72 o por correo electrónico a [woyha@mgap.gub.uy](mailto:woyha@mgap.gub.uy)