



***BOLSA DE CEREALES DE BUENOS AIRES***  
***Dirección de Estudios Económicos***

***LA BOLSA DE CEREALES DE BUENOS AIRES,  
EL AMBITO PARA LA PUESTA EN MARCHA  
DEL MERCADO DEL CARBONO EN ARGENTINA***

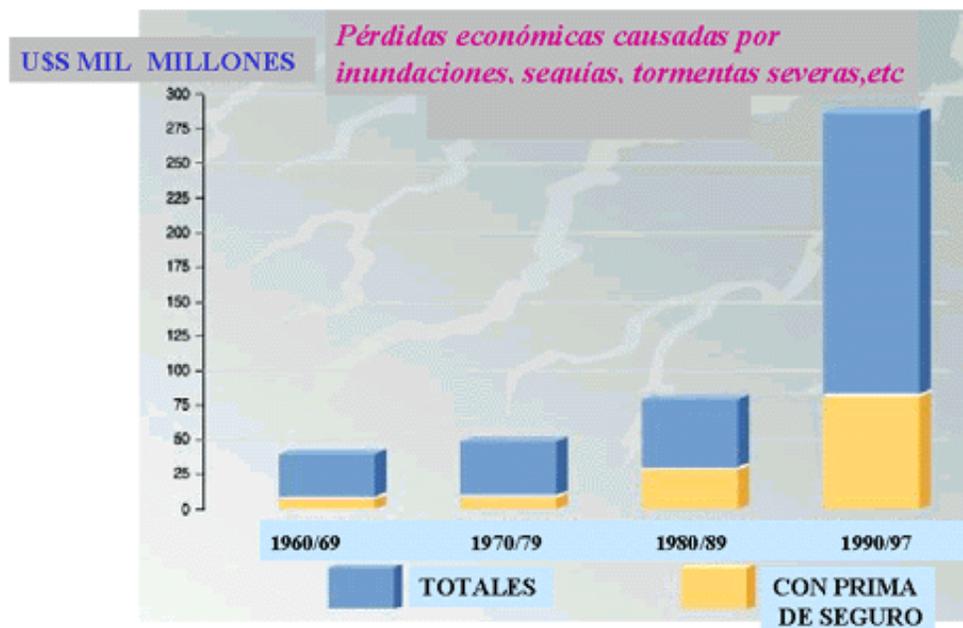


***BUENOS AIRES, 23 DE NOVIEMBRE DE 2001***



## **FUNDAMENTOS DE PROTECCIÓN AMBIENTAL POR MECANISMOS DE MERCADO**

La actividad económica mundial enfrenta el desafío de elaborar un modelo de desarrollo que no continúe afectando el equilibrio ambiental del planeta. El modelo clásico, basado en el uso masivo de fuente de energía y procesos industriales contaminantes, y en la destrucción de áreas naturales para la instalación de zonas urbanas y fabriles, instaurado por la Revolución Industrial, no puede seguir siendo empleado sin poner en grave riesgo la totalidad de los procesos naturales, la salud humana, y las actividades económicas en su conjunto.



### ***INCREMENTO DE LAS PÉRDIDAS ECONÓMICAS CAUSADAS POR FACTORES CLIMÁTICOS 1960/97***

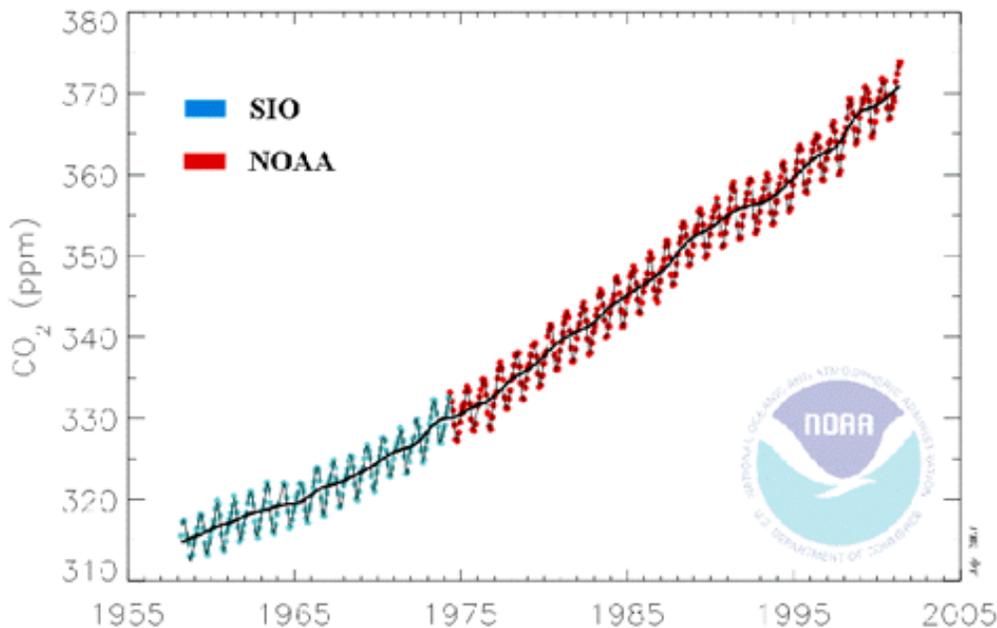
Es fácil advertir que se trata de una problemática tan crucial como compleja. Uno de los principales obstáculos que deben ser superados deriva del escaso éxito que han tenido hasta el momento la mayoría de los esfuerzos gubernamentales, a pesar de la intensa actividad llevada a cabo por las Naciones Unidas y numerosos países. La causa de dicho fracaso radica en que reducir el impacto ambiental implica llevar a cabo fuertes inversiones en nuevas tecnologías, mientras que, por su naturaleza, los acuerdos entre estados presentan una rigidez, que determina que la actividad económica se vea sujeta a obligaciones coercitivas, generando limitaciones e incrementos de costos prohibitivos.



**BOLSA DE CEREALES DE BUENOS AIRES**  
**Dirección de Estudios Económicos**

Por lo tanto, surge la necesidad de que la iniciativa privada ponga en marcha mecanismos de mercado, que flexibilicen el proceso de transición entre el modelo de desarrollo actual y el que quiere ponerse en marcha, evitando procesos traumáticos, sobre todo en la etapa inicial del proceso. Cabe mencionar que este enfoque tiene un exitoso antecedente en el mercado del dióxido de azufre en Estados Unidos, establecido en 1990 para combatir la lluvia ácida.

La Bolsa de Cereales de Buenos Aires propone abordar el combate, por medio de mecanismos de mercado, de uno de los mayores peligros que afectan al medio ambiente: El “Calentamiento Global”.

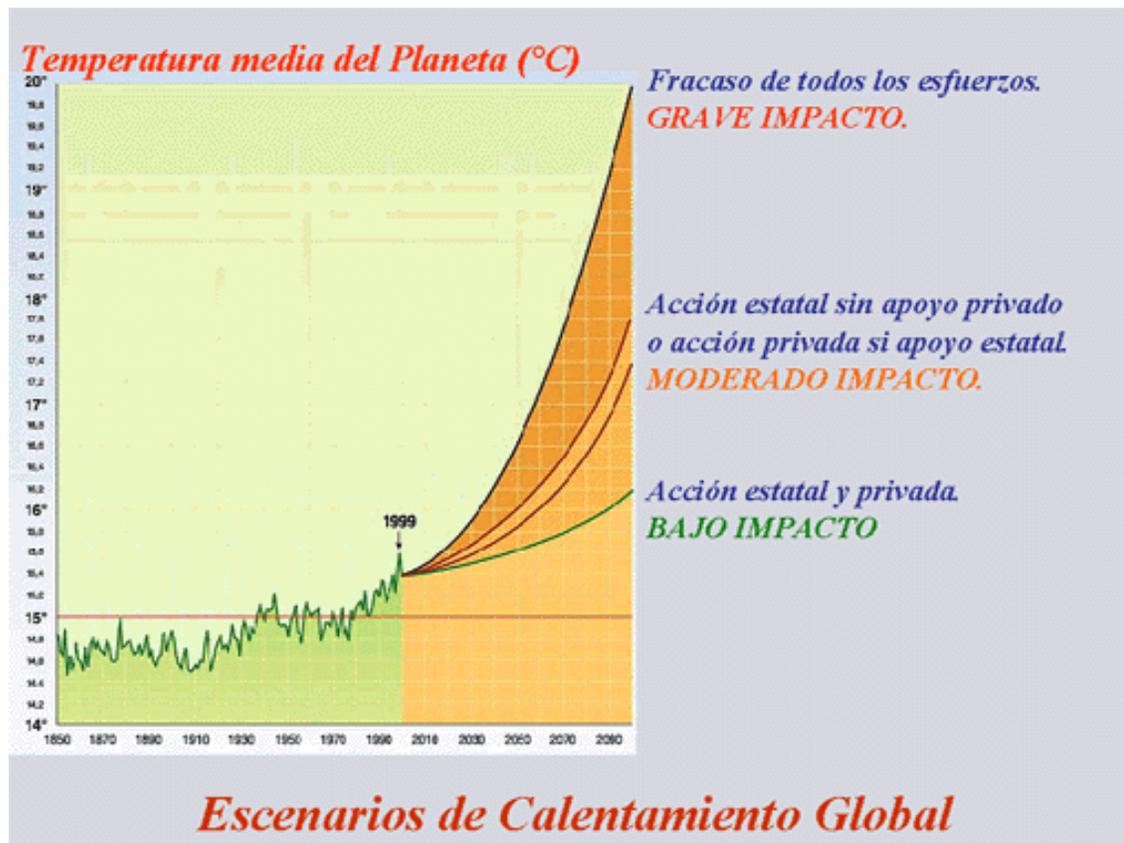


***INCREMENTO DEL CONTENIDO ATMOSFÉRICO  
DE DIÓXIDO DE CARBONO 1955 - 2000***

Dicho proceso consiste en un aumento de la temperatura media del planeta, provocado por el incremento del contenido atmosférico de los denominados “gases de efecto invernadero” (GEI). Los más importantes son el dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>), producido por el uso de combustibles fósiles (petróleo y carbón), por un lado, y el metano (CH<sub>4</sub>), los óxidos de nitrógeno (NO<sub>x</sub>) y los fluorados, liberados por la actividad agropecuaria e industrial, por otro. Estos gases poseen la propiedad de retener la radiación emitida por la superficie terrestre, incorporando energía a la atmósfera, con el consiguiente ascenso de la temperatura global.



Los científicos estiman que este fenómeno ya ha producido un incremento de temperatura de aproximadamente 0,7 °C, llevando la temperatura media del planeta de 14,8 °C en 1850 a 15,5 a fines de 2000. La perspectiva se agrava si se considera que durante los últimos años el uso de energía ha venido creciendo en forma acelerada, pudiéndose estimar que de mantener su actual tendencia, la temperatura media del Planeta podría aumentar 2,5 °C adicionales en los próximos 50 años, llegando a 18,0 °C en 2050, provocando un desequilibrio ambiental de enormes proporciones.

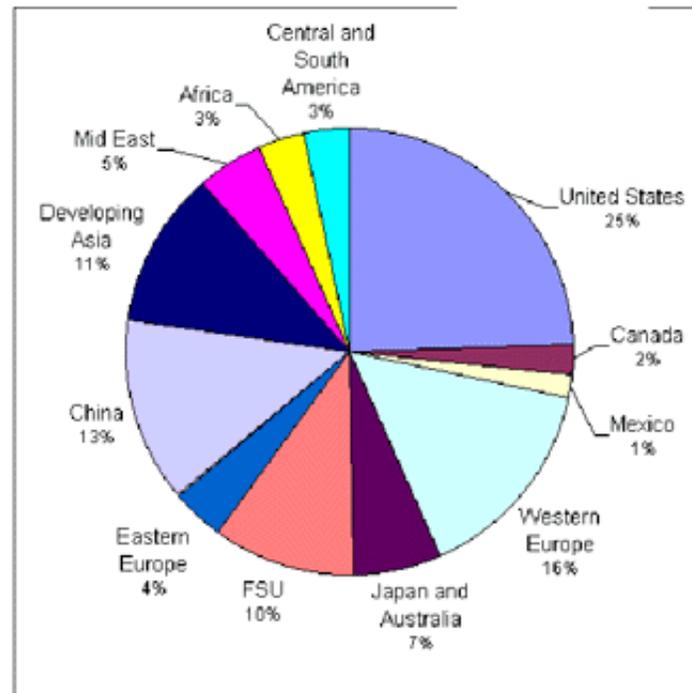


Para hacer frente a la amenaza del calentamiento global, en 1992 se firmó el Convenio Marco de las Naciones Unidas sobre Cambio Climático, teniendo como objetivo la estabilización de las concentraciones de gases de efecto invernadero en la atmósfera. Para cumplir con dicho objetivo, en 1997 los representantes de más de 150 países, suscribieron el Protocolo de Kyoto, proponiendo disminuciones obligatorias en las emisiones de gases de invernadero por parte de 39 de los principales países industrializados, cuya nómina figura en el Anexo I del documento.

No obstante, el Protocolo de Kyoto tenía el carácter de una declaración de intenciones, y debía ser ratificado por los países firmantes, dado que el control de las emisiones implica un complicado mecanismo que abarca desde compromisos políticos hasta inversiones en tecnologías “limpias” que representan cuantiosas cifras. Después de largas negociaciones, el



protocolo fue ratificado por un gran número de países, entre los que se destacan los pertenecientes a la comunidad Europea y Japón, pero no contó con la adhesión de EE.UU. ni de China, los países que por su nivel de emisiones se verían confrontados con los compromisos más exigentes y las inversiones más cuantiosas.



**DISTRIBUCION PORCENTUAL DE LAS EMISIONES DE GASES DE INVERNADERO POR PAIS Y REGION (Fuente EPA).**

Para dar una idea de la magnitud de dicho esfuerzo bastará señalar que, según un reciente estudio de la Energy Information Administration (EIA), incorporar los adelantos tecnológicos necesarios para cumplir con el Protocolo de Kyoto implicaría costos anuales de entre 77.000 y 338.000 millones de dólares, según el nivel de control de emisiones que se desee alcanzar.

Por lo tanto, un intento de poner en vigencia el Protocolo de Kyoto en forma inmediata y coercitiva implicaría graves consecuencias para la economía norteamericana, y por consiguiente para la del resto del mundo. Esto indica que el control de las emisiones de gases de invernadero no debería buscarse solamente a través de compromisos gubernamentales de cumplimiento obligatorio, sino a través de la concertación de esfuerzos entre los gobiernos y la actividad privada.



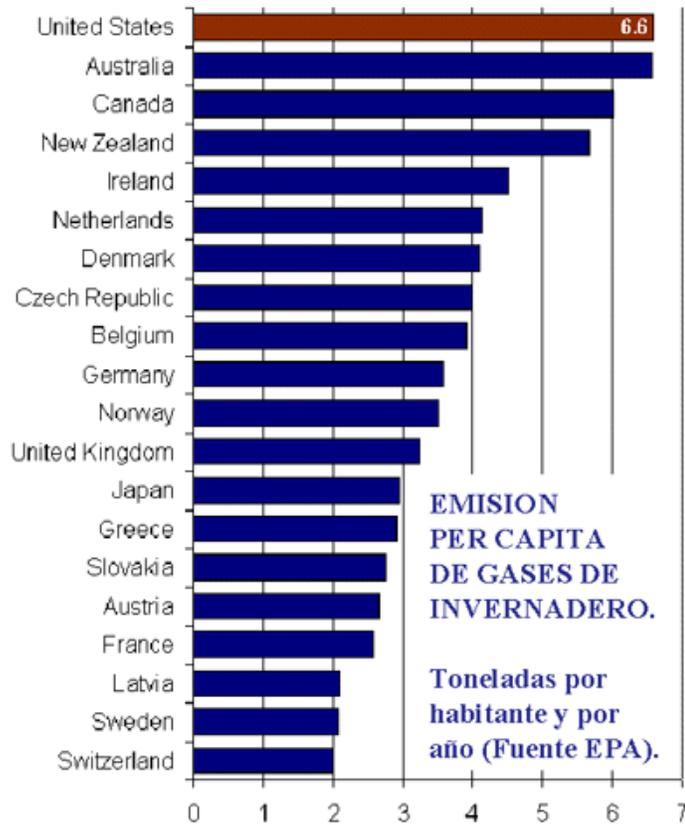
En este sentido, debe tenerse en cuenta que el Protocolo de Kyoto prevé la implementación de ciertos mecanismos de flexibilización destinados a que los países desarrollados puedan cumplir con sus metas sin tener que aplicar mecanismos traumáticos, sobre todo en la etapa inicial del proceso.

Esta modalidad consiste en que los países que quieran producir emisiones paguen a otros para que reduzcan las suyas, o para que extraigan anhídrido carbónico de la atmósfera a través del proceso de fotosíntesis. Estas alternativas han dado lugar al comercio de "Créditos de Carbono", según el cual los países desarrollados pueden adquirir derechos de emisión que permitan el cumplimiento de sus metas, brindando una excelente ocasión para aprovechar las posibilidades de fijación de carbono de la agricultura y la actividad forestal.

Los mecanismos de flexibilización no tienen capacidad para llevar a cabo la totalidad del control de emisiones de gases de

invernadero, pero se trata de un tema que implica cifras tan elevadas que aunque sólo una fracción de los costos se canalice a través de los mismos, ello representa un negocio de dimensiones enormes.

Para que esta oportunidad pueda aprovecharse en toda la dimensión de sus posibilidades, la Bolsa de Cereales de Buenos Aires pone su recinto y operatoria a disposición de las empresas y organizaciones interesadas en llevar a cabo proyectos relacionados con esta problemática. La confiabilidad será uno de los factores determinantes del éxito o fracaso de esta nueva actividad, por lo que los 147 años de ininterrumpido funcionamiento de nuestra Institución, durante los cuales jamás dejó de cumplirse un contrato, constituyen una segura garantía. Este curso de acción representa una posibilidad económica que Argentina, como país forestal y agropecuario, debe apresurarse a poner en marcha antes que el mercado sea ocupado por los numerosos competidores, que como Australia y Nueva Zelandia, ya están actuando decididamente.





## EL CALENTAMIENTO GLOBAL

### Mecanismo Físico del Calentamiento Global

La mayor parte de la *radiación solar de onda corta* que recibe la Tierra atraviesa la atmósfera y es absorbida por la superficie de los mares y continentes, que la transforman en calor y la reemiten hacia el espacio como *radiación de onda larga*.

No obstante, en la atmósfera existen gases, como el vapor de agua, dióxido de carbono, óxido nitroso, metano, ozono, etc., que tienen la capacidad de absorber la *radiación de onda larga*. De esta manera parte de la energía que la Tierra emite desde su superficie queda retenida en la atmósfera, y resulta en un calentamiento de la propia atmósfera y de la superficie terrestre.

Este mecanismo es el que se denomina *efecto de invernadero natural*, y debe hacerse notar que resulta sumamente beneficioso, ya que sin el mismo, la temperatura media del Planeta sería de sólo 4 °C, y la mayor parte de su superficie estaría cubierta por una gigantesca glaciación. Gracias al *efecto de invernadero natural*, la temperatura global es unos 11 °C superior, situándose en el orden de los 15 °C.

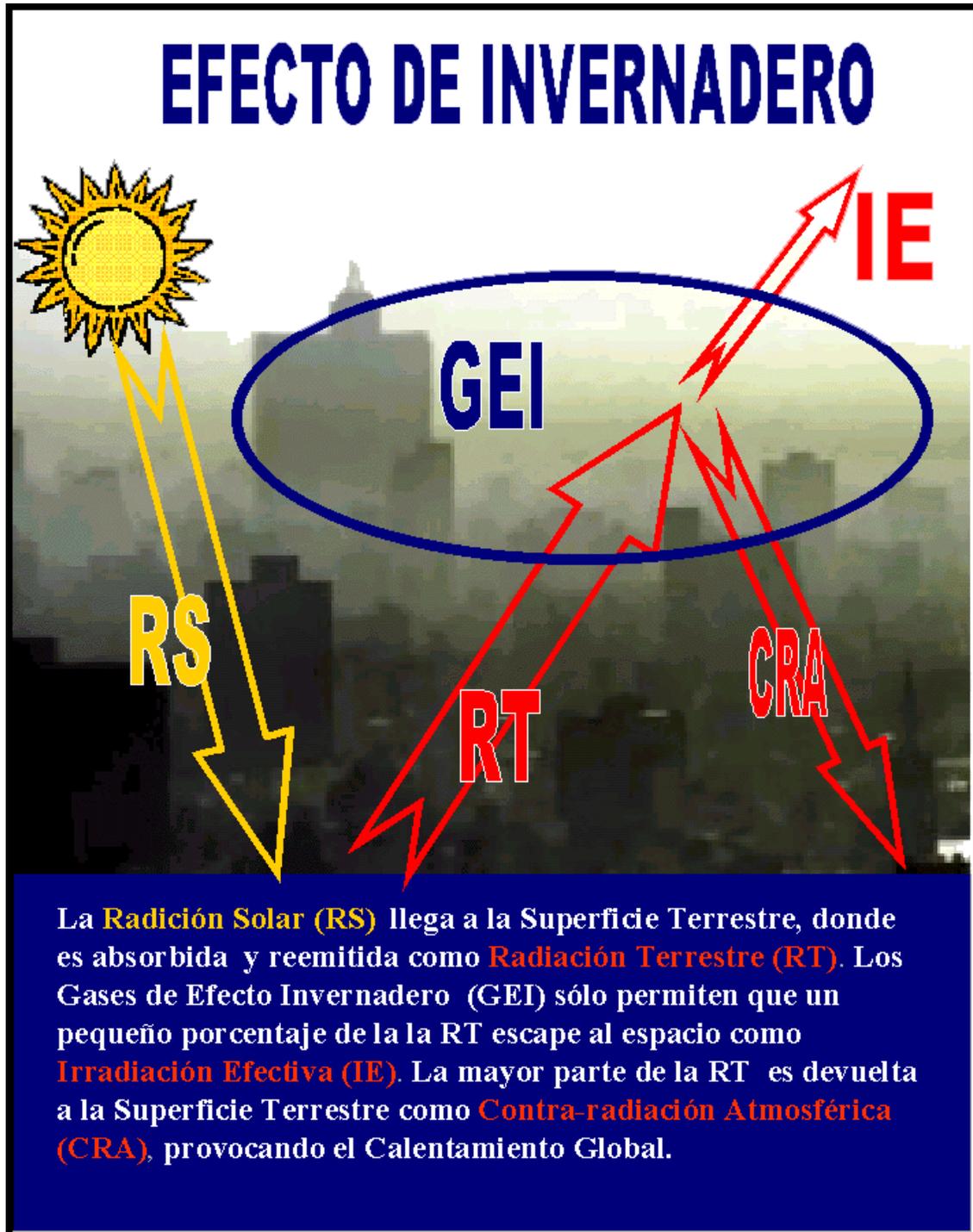
El rápido y constante incremento de la quema de combustibles fósiles, el aumento de la deforestación y la expansión de las áreas cultivadas han resultado en cambios importantes en la composición de la atmósfera, aumentando la concentración atmosférica de gases de efecto invernadero (GEI).

Cabe mencionar que los gases de efecto invernadero presentan una diferente capacidad de atrapar calor en la atmósfera. Por esta razón en 1994 el Panel Intergubernamental para el Cambio Climático (IPCC) estableció el concepto de Potencial de Calentamiento Global (PCG) de diferentes gases, tomando como referencia al dióxido de carbono.

POTENCIALES DE CALENTAMIENTO GLOBAL (PCG) DE  
LOS PRINCIPALES GASES DE EFECTO INVERNADERO (GEI)

GAS	SIMBOLO	PCG
Dióxido de Carbono	CO <sub>2</sub>	1
Metano	CH <sub>4</sub>	21
Oxido Nitroso	N <sub>2</sub> O	310
Hidrofluorocarbono-23	HFC-23	11,700
Hidrofluorocarbono-125	HFC-125	2,800
Hidrofluorocarbono-134a	HFC-134a	1,300
Hidrofluorocarbono-143a	HFC-143a	3,800
Hidrofluorocarbono-152a	HFC-152a	140
Hidrofluorocarbono-227ea	HFC-227ea	2,900
Hidrofluorocarbono-23	HFC-236fa	6,300
Hidrofluorocarbono-43	HFC-4310mee	1,300
Perfluorocarbono-4	CF <sub>4</sub>	6,500
Perfluorocarbono-6	C <sub>2</sub> F <sub>6</sub>	9,200
Perfluorocarbono-10	C <sub>4</sub> F <sub>10</sub>	7,000
Perfluorocarbono-14	C <sub>6</sub> F <sub>14</sub>	7,400
Fluoruro de Azufre	SF <sub>6</sub>	23,900

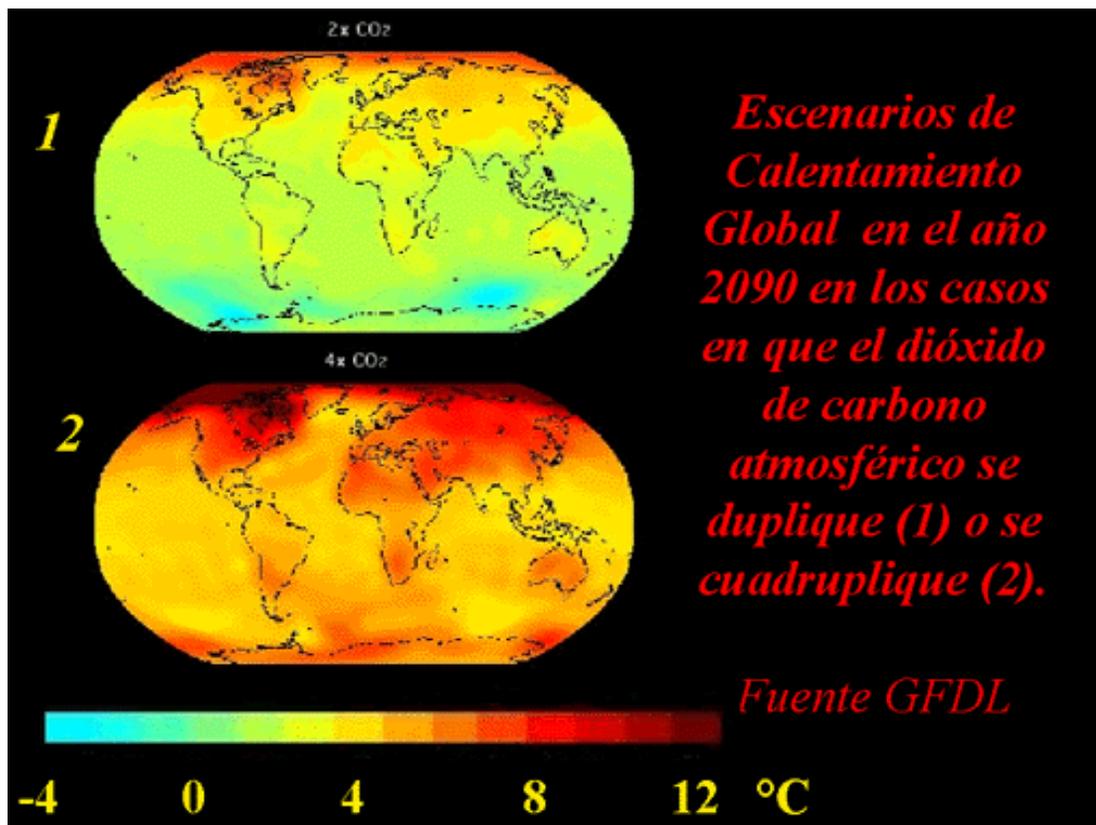
Fuente: (IPCC 1996).





**BOLSA DE CEREALES DE BUENOS AIRES**  
**Dirección de Estudios Económicos**

Por ejemplo, puede mencionarse que la contribución del metano al efecto invernadero es 21 veces superior a la del dióxido de carbono, o sea su PCG es de 21. El valor de PCG estimado para el óxido nitroso es aún mayor, alcanzando un valor de 310, y los de los fluorados son elevadísimos. La utilización de los PCG permite que todos los gases sean expresados en su equivalente en carbono, permitiendo comparaciones entre actividades que liberan diferentes tipos de emisiones.



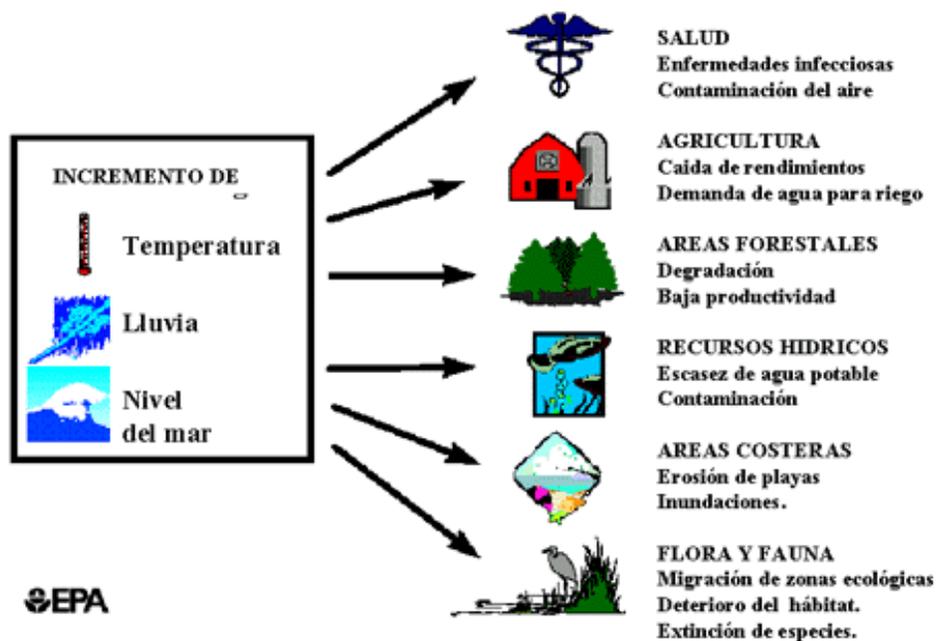
Este cambio en la composición de la atmósfera ha resultado en un **efecto de invernadero intensificado**, alterando el equilibrio natural que existía entre la energía solar entrante y la energía terrestre saliente, y resultando en el aumento de la temperatura global de la Tierra.

La comunidad científica internacional ha venido dedicando muchos esfuerzos al estudio de estos cambios, y a especular sobre los impactos que los mismos pueden tener sobre el planeta. Recientes estudios han permitido concluir que la temperatura global del aire ha incrementado entre 0.3 y 0.6 °C desde fines del siglo XIX. Por otro lado, utilizando modelos climáticos que consideran las concentraciones de los gases de efecto invernadero y de los aerosoles, se ha estimado que la temperatura global de la superficie de la Tierra podría aumentar entre 1 y 3.5 °C para el año 2100.



## Consecuencias del Efecto de Invernadero Intensificado

Las variaciones en la composición de la atmósfera poseen importantes impactos potenciales sobre el Planeta. Algunos de los cambios más corrientemente citados como posibles incluyen alteraciones en las zonas actuales de vegetación, cambios en la cantidad y distribución de las precipitaciones, desaparición de los campos de nieve cordilleranos disminuyendo el caudal de los ríos de régimen nival con graves perjuicios para las zonas de agricultura bajo riego, aumento en el nivel del mar por derretimiento de los casquetes de hielo polares, causando inundaciones de las zonas costeras, etc.



### EFECTOS DEL CAMBIO CLIMATICO GLOBAL

Fuente EPA

El agropecuario es uno de los sectores en los que se esperan mayores impactos del cambio climático. Las proyecciones realizadas por la comunidad científica de diferentes partes del mundo indican que la productividad agropecuaria disminuiría en algunas regiones y aumentaría en otras.

La mayoría de dichos estudios coinciden en que los impactos más negativos se verían en las zonas tropicales y subtropicales. Estos resultados son de una gran importancia ya que justamente en esas regiones se encuentran algunos de los ecosistemas más frágiles del planeta, como las selvas y sabanas. Por otro lado en estas mismas regiones se encuentran la mayor parte de los países menos desarrollados, y por lo tanto más vulnerables a efectos negativos sobre su sector productivo.



***BOLSA DE CEREALES DE BUENOS AIRES***  
***Dirección de Estudios Económicos***

En las regiones agrícolas de clima templado-húmedo, como las que predominan en los países del MERCOSUR, los estudios indican que la productividad de los cultivos de invierno se vería reducida en un 20-30%, y que los rendimientos de cultivos de verano también se verían afectados negativamente por un aumento en la temperatura global.

Asimismo, se está verificando un aumento en la frecuencia de huracanes y temporales, inundaciones en unas regiones y sequía en otras, etc. Se estableció también que aumenta el riesgo de propagación de nuevas enfermedades, con el desarrollo de vectores hasta ahora desconocidos.



## **EL PROTOCOLO DE KYOTO Y LOS MECANISMOS DE DESARROLLO LIMPIO**

### **El Protocolo de Kyoto**

Para hacer frente a la amenaza del calentamiento global, en 1992 se firmó el Convenio Marco de las Naciones Unidas sobre Cambio Climático, teniendo como objetivo la estabilización de las concentraciones de gases de efecto invernadero en la atmósfera.

Para cumplir con dicho objetivo, en 1997 los representantes de más de 150 países, suscribieron el Protocolo de Kyoto, proponiendo disminuciones obligatorias en las emisiones de gases de invernadero por parte de los principales países industrializados, cuya nómina figura en el Anexo I del documento. Dichas obligaciones se incorporaron al Artículo 3 del documento, estableciendo las metas y plazos relativos al control de las emisiones de gases de invernadero.

Las Partes incluidas en el Anexo I deberán asegurarse, individual o conjuntamente, de que sus emisiones antropógenas agregadas, expresadas en dióxido de carbono equivalente, de los gases de efecto invernadero no excedan de las cantidades atribuidas a ellas, calculadas en función de los compromisos cuantificados de limitación y reducción de las emisiones consignados para ellas en el anexo I, con miras a reducir el total de sus emisiones de esos gases a un nivel inferior en no menos de 5% al de 1990 en el período de compromiso comprendido entre el año 2008 y el 2012.

Cada una de las Partes incluidas en el Anexo I deberá poder demostrar para el año 2005 un avance concreto en el cumplimiento de sus compromisos contraídos en virtud del Protocolo.

No obstante, el Protocolo de Kyoto tuvo el carácter de una declaración de intenciones, y debía ser ratificado por los países firmantes, dado que el control de las emisiones implica un complicado mecanismo que abarca desde compromisos políticos hasta inversiones en tecnologías “limpias” que representan cuantiosas cifras.

### **ANEXO I DEL PROTOCOLO DE KYOTO**

**PARTE**

**CCLRE**



**BOLSA DE CEREALES DE BUENOS AIRES**  
***Dirección de Estudios Económicos***

<b>Alemania</b>	<b>92</b>
<b>Australia</b>	<b>108</b>
<b>Austria</b>	<b>92</b>
<b>Bélgica</b>	<b>92</b>
<b>Bulgaria*</b>	<b>92</b>
<b>Canadá</b>	<b>94</b>
<b>Comunidad Europea</b>	<b>92</b>
<b>Croacia*</b>	<b>95</b>
<b>Dinamarca</b>	<b>92</b>
<b>Eslovaquia*</b>	<b>92</b>
<b>Eslovenia*</b>	<b>92</b>
<b>España</b>	<b>92</b>
<b>Estados Unidos de América</b>	<b>93</b>
<b>Estonia*</b>	<b>92</b>
<b>Federación Rusa*</b>	<b>100</b>
<b>Finlandia</b>	<b>92</b>
<b>Francia</b>	<b>92</b>
<b>Grecia</b>	<b>92</b>
<b>Hungría*</b>	<b>94</b>
<b>Irlanda</b>	<b>92</b>
<b>Islandia</b>	<b>110</b>
<b>Italia</b>	<b>92</b>
<b>Japón</b>	<b>94</b>
<b>Letonia*</b>	<b>92</b>
<b>Liechtenstein</b>	<b>92</b>
<b>Lituania*</b>	<b>92</b>
<b>Luxemburgo</b>	<b>92</b>
<b>Mónaco</b>	<b>92</b>
<b>Noruega</b>	<b>101</b>
<b>Nueva Zelanda</b>	<b>100</b>



**BOLSA DE CEREALES DE BUENOS AIRES**  
**Dirección de Estudios Económicos**

<b>Países Bajos</b>	<b>92</b>
<b>Polonia*</b>	<b>94</b>
<b>Portugal</b>	<b>92</b>
<b>Reino Unido</b>	<b>92</b>
<b>República Checa*</b>	<b>92</b>
<b>Rumania*</b>	<b>92</b>
<b>Suecia</b>	<b>92</b>
<b>Suiza</b>	<b>92</b>
<b>Ucrania*</b>	<b>100</b>

**\*Países que están en proceso de transición a una economía de mercado**

**CCLRE: Compromiso Cuantificado de Limitación o Reducción De Las Emisiones (% Del Nivel De Año O Período De Base)**

Las alternativas más obvias para la reducción de las emisiones de gases de invernadero es el uso de fuentes de energía renovable, como la hidráulica y la eólica, y el desarrollo de tecnologías que permiten una mayor eficiencia de uso de los combustibles fósiles.

El problema es que hasta el momento el crecimiento económico continúa basándose en el incremento del uso de la energía, la cual se obtiene mayoritariamente de los combustibles fósiles. En general, los países de mayor ingreso son a la vez los de mayor emisión, aunque hay diversas excepciones a esta regla. Es deseable que la reducción en emisiones de GEI no resulte en menor actividad económica o en barreras para el desarrollo. Por lo tanto, cualquier intento de aplicar en forma rígida las metas del protocolo Kyoto podría causar graves dificultades en el crecimiento económico de las principales potencias.

Estas dificultades se vieron confirmadas en la Sexta Conferencia de la Partes (COP6-bis) organizada por la Convención Marco sobre Cambio Climático de las Naciones Unidas, con la participación de representantes de gran número de países, que se desarrolló en Bonn (Alemania) durante el pasado mes de Julio. El protocolo fue ratificado por un gran número de países, entre los que se destacan los pertenecientes a la comunidad Europea y Japón, pero no contó con la adhesión de EE.UU. que por su nivel de emisiones es el país que se vería confrontado con los compromisos más exigentes y las inversiones más cuantiosas.

## **La Necesidad de Flexibilizar**

Las causas de ambas negativas radican en el hecho de que bajar el nivel de emisiones implica llevar a cabo fuertes inversiones en nuevas tecnologías destinadas a reducir el nivel las emanaciones de gases de invernadero de las diversas fuentes que los producen. Esta necesidad de transformación abarca gran parte de la industria, transporte, construcción, etc, y una buena



porción de las actividades agropecuarias. Las siguientes son sólo algunas de las áreas destinadas a sufrir profundas modificaciones en un futuro cercano:

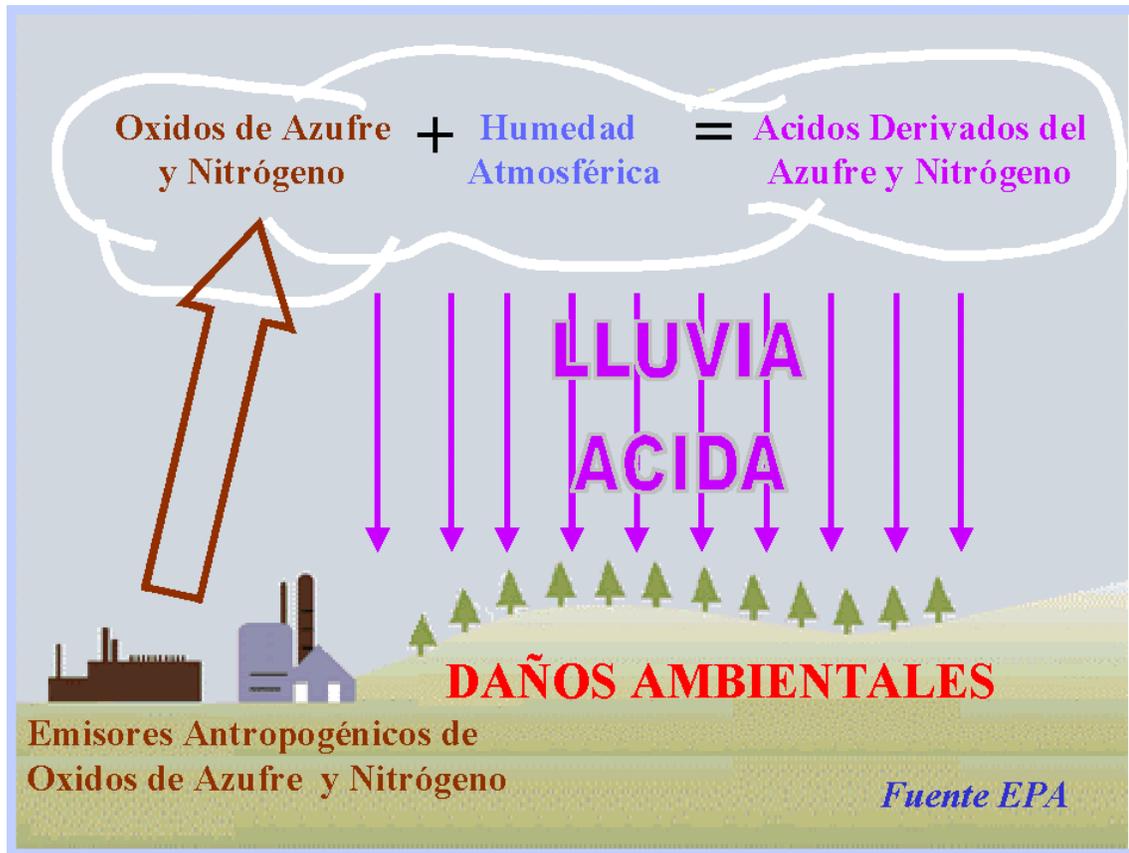
- Tecnología automotriz: Motores con menos consumo y menor emisión de óxido nítrico.
- Plantas de energía eléctrica: Mayor eficiencia en el uso de combustibles fósiles, generadores eólicos, energía hidroeléctrica.
- Plantas de procesamiento de residuos: Disminución de las emanaciones de metano y otros gases de invernadero.
- Combustibles: Reemplazo de combustibles fósiles por bio-combustibles, energía eólica e hidráulica.
- Industria de la Construcción: Disminución de las emanaciones de dióxido de carbono por parte de la industria del cemento.
- Producción ganadera: Formulación alimentaria destinada a reducir las emisiones de metano ruminal por parte de los bovinos.
- Producción vegetal: Reducción de las emanaciones de metano en los arrozales. Disminución de las emisiones de óxido nítrico proveniente de la fertilización nitrogenada.

Para dar una idea de la magnitud de los esfuerzos involucrados, bastará señalar que, según un reciente estudio de la Energy Information Administration (EIA), incorporar los cambios tecnológicos necesarios para que los EE.UU. cumplan con el Protocolo de Kyoto implicaría inversiones anuales de entre 77.000 y 338.000 millones de dólares, según el nivel de control de emisiones que se desee alcanzar.

Lo expuesto indica que cualquier intento de poner en vigencia el Protocolo de Kyoto en forma inmediata y coercitiva está condenado a un fracaso casi seguro. Por lo tanto, el control de las emisiones de gases de invernadero (GEI) no debería buscarse solamente a través de compromisos gubernamentales de cumplimiento obligatorio, sino a través de la concertación de esfuerzos entre los gobiernos y la actividad privada.

## **Un Antecedente Exitoso: EE:UU. Controla la Lluvia Ácida a través de Mecanismos de Mercado**

A mediados de la década del 50 empezó notarse una progresiva acidificación de las precipitaciones cuyos efectos estaban comenzando a producir una amplia gama de daños, que iban desde el deterioro ambiental, hasta la corrosión de cañerías domésticas. Durante el último medio siglo, el avance de este fenómeno afectó a grandes extensiones boscosas y a la población de peces de los ríos y lagos del Hemisferio Norte.



Las fuentes de energía más utilizadas en las actividades industriales y urbanas (transporte, calefacción) son el carbón y el petróleo. La energía se obtiene de estas fuentes mediante un proceso de combustión, liberándose a la atmósfera el azufre y el nitrógeno que contienen en forma de óxidos: dióxido de azufre y nitrógeno, que al combinarse con la humedad atmosférica forman ácidos.

En EE.UU. los primeros pasos para contrarrestar esta adversidad se dieron en forma temprana. La aprobación de la Ley del Aire Limpio de 1970 marcó el inicio de los esfuerzos modernos para controlar la contaminación del aire en los Estados Unidos. Esta ley coincidió con la formación de la Agencia de Protección Ambiental (Environmental Protection Agency - EPA) que estableció un cambio en la política estadounidense relacionada con el control de la contaminación del aire.



En 1990 el Presidente George Bush aprobó una ley que estableció en Estados Unidos el Programa de Control de Lluvia Ácida, la primera experiencia mundial en implementar un mercado a gran escala para controlar un problema de contaminación generado por el sector industrial. El procedimiento establecido por dicho programa consistió en crear un techo a las emisiones totales de todas estas empresas, el cual se les reparte en cuotas, que se conocen como permisos de emisión.

Las emisiones de una empresa tienen que ser igual al número de permisos que tenga la misma. Si la empresa tiene menos permisos que sus emisiones tiene que ir al mercado a comprarlos. Ahora, si ella reduce sus emisiones bajo la cuota inicial que le habían fijado, puede vender esa diferencia a otras.

En su primera fase, logró reducir las emisiones contaminantes y disminuyó a la mitad los costos para las empresas involucradas. Si las empresas hubieran usado un sistema regulatorio alternativo, que tradicionalmente consiste en establecer una cuota de emisión fija para cada fuente, el costo de cumplimiento habría sido el doble.

Actualmente, existen permisos por un valor de \$20 billones y EPA calcula que para el año 2010, fecha en que va a estar funcionando a pleno todo el programa, las emisiones se encontrarán en la mitad respecto de los niveles del año 1980, generando un ahorro anual de U\$S 50 billones.

## **Mecanismos de Flexibilización Previstos en el Protocolo de Kyoto**

La actitud de EE.UU. puede parecer dura, pero debe tenerse en cuenta que existen motivos que la justifican. EE.UU. emite un 25 % del total mundial de gases de invernadero, de manera que su control le requeriría un esfuerzo relativo mucho mayor que al resto del globo. Además, es necesario considerar que China, el segundo emisor mundial, no adhiere a la propuesta de Kyoto, acentuando las consecuencias sobre la economía norteamericana.

Para dar una idea de la magnitud de dicho esfuerzo bastará señalar que, según un reciente estudio de la Energy Information Administration (EIA), incorporar los adelantos tecnológicos necesarios para cumplir con el Protocolo de Kyoto implicaría costos anuales de entre 77.000 y 338.000 millones de dólares, según el nivel de control de emisiones que se desee alcanzar.



**BOLSA DE CEREALES DE BUENOS AIRES**  
**Dirección de Estudios Económicos**

Por lo tanto, un intento de poner en vigencia el Protocolo de Kyoto en forma inmediata y coercitiva implicaría graves consecuencias para la economía norteamericana, y por consiguiente para la del resto del mundo. Esto indica que el control de las emisiones de gases de invernadero no debería buscarse solamente a través de compromisos gubernamentales de cumplimiento obligatorio, sino a través de la concertación de esfuerzos entre los gobiernos y la actividad privada.

En este sentido, debe tenerse en cuenta que el Protocolo de Kyoto prevé la implementación de ciertos mecanismos de flexibilización destinados a que los países desarrollados puedan cumplir con sus metas sin tener que aplicar mecanismos traumáticos, sobre todo en la etapa inicial del proceso.

Esta modalidad consiste en que los países que quieran producir emisiones paguen a otros para que reduzcan las suyas, o para que extraigan anhídrido carbónico de la atmósfera a través del proceso de fotosíntesis. Estas alternativas han dado lugar a un incipiente comercio de "Créditos de Carbono", según el cual los países desarrollados pueden adquirir derechos de emisión que permitan el cumplimiento de sus metas. Esta modalidad brinda una excelente ocasión para aprovechar las posibilidades de fijación de carbono de la agricultura y la actividad forestal.

El Protocolo de Kyoto establece tres "mecanismos de flexibilidad" que permiten a los países mencionados en el Anexo I cumplir con las exigencias de reducción de emisiones fuera de sus territorios.

Dos de estos mecanismos sólo pueden llevarse a cabo entre los países comprendidos en el Anexo I: Implementación Conjunta (Joint Implementation) según los procedimientos que se describen en el Artículo 6; y Comercio de Emisiones (Emissions Trading), según lo dispuesto en el Artículo 17.

Cabe consignar que pertenecer al Anexo I presenta ciertas ventajas, porque se prevee el intercambio y comercialización de derechos de emisión en el caso de que los topes asignados no sean cubiertos. Argentina ha solicitado serlo en forma infructuosa, sin lograrlo, por lo que no puede intervenir por el momento en algunos de los mecanismos previstos por el documento.

Afortunadamente, el tercer mecanismo, denominado Mecanismo de Desarrollo Limpio (MDL / Clean Development Mechanism), permite actividades entre los países del Anexo I y los no comprendidos en el mismo, como es el caso de Argentina, con el objetivo de apoyar el desarrollo sostenible.

Se estima que los distintos 'créditos de carbono' destinados a lograr reducciones dentro de cada esquema se comercializarán entre países en un mismo mercado de carbono. Todavía continúan las negociaciones acerca de los detalles, incluyendo la forma en que se distribuirán los beneficios.



## **Implementación Conjunta entre Partes Anexo I**

Este mecanismo se encuentra previsto en el artículo 6 del Protocolo, en el que se establece que a los efectos de cumplir los compromisos contraídos en virtud del artículo 3, toda Parte incluida en el anexo I podrá transferir a cualquiera otra de esas Partes, o adquirir de ella, las unidades de reducción de emisiones resultantes de proyectos encaminados a reducir las emisiones antropógenas por las fuentes o incrementar la absorción antropógena por los sumideros de los gases de efecto invernadero en cualquier sector de la economía, con sujeción a lo siguiente:

- a) Todo proyecto de ese tipo deberá ser aprobado por las Partes participantes
- b) Todo proyecto de ese tipo permitirá una reducción de las emisiones por las fuentes, o un incremento de la absorción por los sumideros, que sea adicional a cualquier otra reducción u otro incremento que se produciría de no realizarse el proyecto
- c) La Parte interesada no podrá adquirir ninguna unidad de reducción de emisiones si no ha dado cumplimiento a sus obligaciones dimanantes de los artículos 5 y 7
- d) La adquisición de unidades de reducción de emisiones será suplementaria a las medidas nacionales adoptadas a los efectos de cumplir los compromisos contraídos en virtud del artículo 3.

## **Comercio de los Derechos de Emisión**

El Artículo 17 establece que la Conferencia de las Partes determinará los principios, modalidades, normas y directrices pertinentes, en particular para la verificación, la presentación de informes y la rendición de cuentas en relación con el comercio de los derechos de emisión.

Las Partes incluidas en el anexo B podrán participar en operaciones de comercio de los derechos de emisión a los efectos de cumplir sus compromisos dimanantes del artículo 3. Toda operación de este tipo será suplementaria a las medidas nacionales que se adopten para cumplir los compromisos cuantificados de limitación y reducción de las emisiones dimanantes de ese artículo.

Este mecanismo resulta muy interesante para los países en desarrollo comprendidos en el Anexo I, ya que les permite comerciar los derechos de emisión que no utilicen por sí mismos, vendiéndoselos a los países desarrollados que los necesiten.

Lamentablemente Argentina no fue incluida en el Anexo I, y parece poco probable que lo sea, por lo cual esta alternativa no podrá emplearse.

## **Mecanismos de Desarrollo Limpio**



El Artículo 12 del Protocolo de Kyoto establece los mecanismos para un desarrollo limpio, cuyo propósito es ayudar a las Partes no incluidas en el Anexo I, como es el caso de Argentina, a lograr un desarrollo sostenible y contribuir al objetivo último de la Convención, así como ayudar a las Partes incluidas en el anexo I a dar cumplimiento a sus compromisos cuantificados de limitación y reducción de las emisiones contraídos en virtud del artículo #.

En el marco del mecanismo para un desarrollo limpio, las Partes no incluidas en el anexo I se beneficiarán de las actividades de proyectos que tengan por resultado reducciones certificadas de las emisiones. Al mismo tiempo, las Partes incluidas en el anexo I podrán utilizar las reducciones certificadas de emisiones resultantes de esas actividades de proyectos para contribuir al cumplimiento de una parte de sus compromisos cuantificados de limitación y reducción de las emisiones contraídos en virtud del artículo 3, conforme lo determine la Conferencia de las Partes en calidad de reunión de las Partes en el presente Protocolo.

El mecanismo para un desarrollo limpio estará sujeto a la autoridad y la dirección de la Conferencia de las Partes en calidad de reunión de las Partes en el presente Protocolo y a la supervisión de una junta ejecutiva del mecanismo para un desarrollo limpio.

La reducción de emisiones resultante de cada actividad de proyecto deberá ser certificada por las entidades operacionales que designe la Conferencia de las Partes en calidad de reunión de las Partes en el presente Protocolo sobre la base de:

- a) La participación voluntaria acordada por cada Parte participante;
- b) Unos beneficios reales, mensurables y a largo plazo en relación con la mitigación del cambio climático; y
- c) Reducciones de las emisiones que sean adicionales a las que se producirían en ausencia de la actividad de proyecto certificada.

Podrán participar en el mecanismo para un desarrollo limpio y en la adquisición de unidades certificadas de reducción de emisiones, entidades privadas o públicas, y esa participación quedará sujeta a las directrices que imparta la junta ejecutiva del mecanismo para un desarrollo limpio.

Las reducciones certificadas de emisiones que se obtengan en el período comprendido entre el año 2000 y el comienzo del primer período de compromiso podrán utilizarse para contribuir al cumplimiento en el primer período de compromiso.

## **La Filosofía de los Mecanismos de Desarrollo Limpio**

Los Mecanismos de Desarrollo Limpio (MDL) previstos en el artículo 12 del Protocolo de Kyoto, abre la posibilidad del surgimiento del denominado "Mercado Internacional del Carbono", en tanto permite a los países del Anexo I dar cumplimiento a sus compromisos cuantificados de reducción de emisiones netas de GEI para mitigar el impacto del cambio climático, a través de la adquisición de reducciones certificadas alcanzadas mediante la



**BOLSA DE CEREALES DE BUENOS AIRES**  
**Dirección de Estudios Económicos**

implementación de Proyectos orientados a este fin en los países no incluidos en el Anexo I, que han pasado a ser conocidos como países "No Anexo I".

El MDL crea, precisamente, la posibilidad y la oportunidad de que Argentina se inserte en el mercado de carbono ofertando proyectos de mitigación, en busca de inversionistas interesados; proyectos que, conforme al principio de provecho mutuo, necesariamente deberán compatibilizar la búsqueda de la maximización de los dos intereses involucrados en esta transacción: por un lado, deberán ofertar al inversionista el máximo posible de emisiones de carbono reducidas o evitadas, o de carbono secuestrado, por unidad de capital invertido, que él podrá aplicar al cumplimiento de sus obligaciones, y simultáneamente, deberán presentar la máxima contribución posible, por unidad de inversión, al desarrollo sostenible del país.

Para nuestro país, que tiene importantes potencialidades de secuestro y reducción de emisiones, las posibilidades para participar con ventaja en dicho mercado estarán dadas fundamentalmente por la posibilidad de entrar a competir en el mismo con proyectos de alta calidad, los cuales tendrán que reunir al menos las mismas ventajas comparativas ofrecidas por los proyectos de terceros países con similares características en su oferta de servicios ambientales.

El MDL es esencialmente una implementación conjunta (Joint Implementation) entre un país donante con un compromiso (un país Anexo I) y un país huésped sin compromiso (no Anexo I). En otras palabras, los países desarrollados pagan para realizar proyectos que se llevan a cabo en países en desarrollo. Bajo el Artículo 12, los proyectos deben generar "Reducciones Certificadas de Emisiones" (certified emission reductions – CERs) que el país donante puede utilizar para cumplir sus compromisos de emisión.

El MDL permite a los países del anexo I utilizar créditos obtenidos de las actividades realizadas con participación de países no anexo I para cumplir "una parte" de sus obligaciones bajo el Artículo 3 del protocolo. Los proyectos certificables necesitan cumplir tres criterios generales (Artículo 12.5):

- 1) Participación voluntaria de cada parte
- 2) Producir "beneficios reales, mensurables y a largo plazo en relación con la mitigación del cambio climático"
- 3) Producir reducciones en emisiones "que sean adicionales a las que se producirían en ausencia de la actividad de proyecto certificada"

El MDL estará sujeto a la autoridad de las reuniones de las Partes del Protocolo y será supervisado por una Junta Ejecutiva (Executive Board). Los CERs serán emitidos por "entidades operacionales" sobre la base de que representen "unos beneficios reales, mensurables y a largo plazo en relación con la mitigación del cambio climático y reducciones de las emisiones que sean adicionales a las que se producirían en ausencia de la actividad de proyecto certificada". El Artículo 12 permite que los países desarrollados utilicen los CERs



**BOLSA DE CEREALES DE BUENOS AIRES**  
**Dirección de Estudios Económicos**

generados desde el año 2000 hasta el período de compromiso 2008-2012 para cumplir sus compromisos de emisión para dicho período. Esto es denominado un "pre-commitment period banking".

Las tres posibilidades del MDL:

- 1) **El modelo bilateral:** Este modelo permite que uno o más países del Anexo I inviertan como participantes directos en la implementación de un proyecto MDL. En esta estructura, el modelo, la selección del proyecto, la financiación y el beneficio de los créditos es consensuado entre las partes. Desde la perspectiva de los países desarrollados, la formulación bilateral impone costos de transacción más altos que las demás opciones de cumplimiento. Ellos deben buscar el socio dentro de los países en vías de desarrollo, estudiar y negociar su participación en un proyecto, desarrollar los compromisos contractuales, asumir los costos legales y administrar el proyecto conjuntamente.
- 2) **El Modelo Multilateral:** Este tipo de modelo, es análogo a lo que puede ser un fondo mutual de proyectos de MDL. Los recursos financieros de los países Anexo I están centralizados en un fondo de inversión y son intercambiados por los de los países no Anexo I mediante el intercambio de CREs. El fondo en cuestión puede proveer asesoría financiera, servicios técnicos para el diseño de los proyectos, entre los que pueden estar incluidos los análisis de la línea de base o el diseño de los contratos con los certificadores así como el arreglo de los precios de los CREs. Una vez que las reducciones de emisiones derivadas de los proyectos son certificadas, los créditos pueden venderse a través de un mercado centralizado a los inversionistas. La oportunidad se centra en consolidar este mercado en las bolsas de productos, donde los inversionistas reciben una parte de CREs proporcional a sus contribuciones de capital en el fondo, o su equivalente en dinero. Un ejemplo de este tipo de fondos es el Fondo Prototipo para el Carbono lanzado por el Banco Mundial con un capital inicial de 150 millones de dólares. El fondo maneja su propio sistema de administración y selecciona los proyectos a financiar consistentemente con los principios del MDL.
- 3) **El Modelo Unilateral:** Este modelo es el único que plantea la ausencia de países que integren el Anexo I. El desarrollo, la financiación y la implementación del proyecto corre por cuenta del país huésped. Como cualquier otro proyecto MDL, es necesario que exista una parte que apruebe el diseño, la línea base y que emita los certificados de reducción de emisiones CREs.

Una vez que estos son certificados, el país huésped puede vender todo o parte de los CREs a las corporaciones o gobiernos del Anexo I. El precio puede ser negociado por el comprador y el vendedor o comercializados por una tercera parte bajo la supervisión del Comité Ejecutivo del MDL. La posibilidad de la comercialización de los CREs en mercados secundarios es esencial para el funcionamiento del Modelo Unilateral de formulación de proyectos.



## **LOS MECANISMOS DE DESARROLLO LIMPIO DENTRO DEL SECTOR AGROPECUARIO Y FORESTAL ARGENTINO**

### **La Argentina en el Mundo**

La Argentina ocupa un 1,5 % de la superficie continental del globo, por lo que podría captar al menos un porcentaje similar del negocio. A esto puede agregarse que Argentina posee un clima que le otorga una proporción de áreas agrícolas y forestales muy superior a la del promedio de los restantes países en desarrollo, por lo que su participación en este negocio podría ser muy superior. Una comparación indica que nuestro país posee el 3,4 % de la superficie dedicada a granos y oleaginosas, el 2,2 % de la superficie forestal, el 6,8 de las pasturas y praderas permanentes y el 6,5 % del ganado bovino del conjunto de Naciones en desarrollo.

El sector agropecuario puede contribuir eficazmente al establecimiento de proyectos basados en los mecanismos de desarrollo limpio a través de varias vías de acción principales:

- Atenuación de las emisiones de metano.
- Atenuación de las emisiones de óxido nitroso.
- Fuentes de energía renovables como el biodiesel.
- Evitar emisiones conservando bosques y pastizales que de otra forma se cortarían para dedicar su extensión a otras actividades económicas.
- Captación de carbono atmosférico por medio de sumideros biológicos a través de la actividad fotosintética.



**BOLSA DE CEREALES DE BUENOS AIRES**  
**Dirección de Estudios Económicos**

Argentina es un país con emisiones de carbono moderadas a escasas, pero debido a su importante stock ganadero y al uso de fertilizantes, sus emisiones de metano y óxido nitroso son importantes, y se prestan a la aplicación de mecanismos de desarrollo limpio.

Algunas fuentes estiman que los gases con mayor contribución al efecto invernadero en el país son el CH<sub>4</sub> y el N<sub>2</sub>O.

En forma conjunta estos dos gases son responsables por casi el 80% de la contribución nacional al calentamiento global. Asimismo se estima que por lo menos el 85 % de la emisiones de CH<sub>4</sub>, y el 95% de las de N<sub>2</sub>O provienen del sector agropecuario.

La contribución del CH<sub>4</sub> al efecto invernadero a escala global es muy alta debido al mayor potencial de calentamiento que caracteriza a este gas. En efecto, los gases de efecto invernadero presentan una diferente capacidad de atrapar calor en la atmósfera.

Por esta razón el IPCC (1994) ha definido el concepto de Potencial de Calentamiento Global (PCG) de diferentes gases, tomando como referencia al CO<sub>2</sub>. Se ha estimado que el CH<sub>4</sub> es 21 veces más efectivo que el CO<sub>2</sub> en atrapar calor (el PCG del metano es 21). El valor de PCG estimado para el óxido nitroso (N<sub>2</sub>O) es de 310.

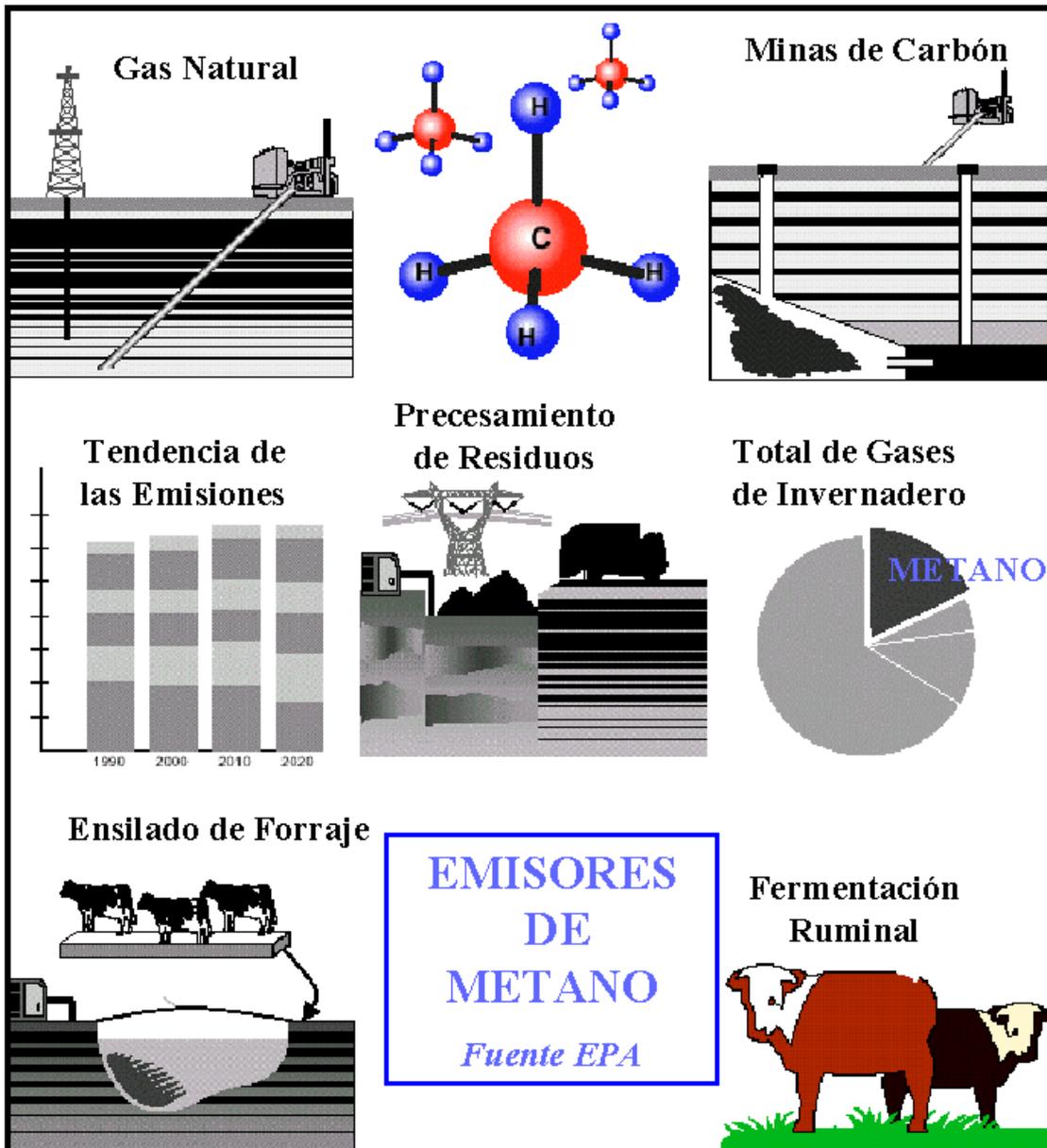
<b>EMISIONES DE GEI EN ARGENTINA</b>			
<b>Millones de toneladas de equivalente en carbono (MTCE)</b>			
<b>INVENTARIO</b>	<b>1990</b>	<b>1994</b>	<b>1997</b>
<b>DIÓXIDO DE CARBONO (CO<sub>2</sub>)</b>			
Quema de combustibles fósiles	24,78	29,34	32,42
Venteo de gas natural	1,26	1,56	1,20
Manufactura de calizas y dolomitas	0,49	0,81	1,14
Manufactura de carburo de calcio	0,02	0,04	0,02
Industrias siderúrgicas	1,15	0,87	1,20
<b>Total</b>	<b>18,19</b>	<b>23,10</b>	<b>22,86</b>
<b>METANO (CH<sub>4</sub>)</b>			
Fuentes estacionarias	0,01	0,01	0,02
Fuentes móviles	0,05	0,16	0,20
Minería de carbón	0,05	0,03	0,05
Sistemas de gas y petróleo	2,62	3,17	3,82
Petroquímica	0,01	0,01	0,02
Fermentación entérica	14,97	15,71	14,76
Manejo del estiércol	0,59	0,68	0,57
Cultivo del arroz	0,11	0,22	0,26
Quema de residuos agrícolas	0,05	0,04	0,04
Rellenos sanitarios	1,81	3,29	3,53
Tratamiento de aguas cloacales	0,46	0,51	0,64
<b>Total</b>	<b>20,89</b>	<b>23,98</b>	<b>24,21</b>
<b>OXIDOS DE NITRÓGENO</b>			
Fuentes estacionarias	0,31	0,30	0,35
Fuentes móviles	0,07	0,09	0,12
Ácido nítrico	0,05	0,05	0,05
Manejo del estiércol	0,04	0,04	0,07
Manejo de suelos agrícolas	14,20	14,80	15,71
Quema de residuos agrícolas	0,01	0,01	0,01
Cloacas	0,21	0,24	0,27
<b>Total</b>	<b>14,89</b>	<b>15,53</b>	<b>16,58</b>
<b>HFC, PFC y SF<sub>6</sub></b>			
Depositoras del Ozono (O <sub>3</sub> )a	NE	EN	0,17
Producción de aluminio	NE	EN	0,07
Halocarbonados y SF <sub>6</sub>	NE	EN	0,07
<b>Total</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0,31</b>
<b>Emisiones totales netas</b>	<b>54,97</b>	<b>62,61</b>	<b>63,96</b>

**FUENTE IPCC**



## Atenuación de las Emisiones de Metano (CH<sub>4</sub>).

El metano (CH<sub>4</sub>) es el segundo gas en importancia en relación al efecto invernadero, con una contribución relativa estimada en 20% (IPCC, 1996). La concentración de metano en la atmósfera en los últimos dos siglos ha aumentado en más de 140% (IPCC, 1996), y la comunidad científica estima que este gran aumento ha sido fundamentalmente causado por la actividad humana.





**BOLSA DE CEREALES DE BUENOS AIRES**  
**Dirección de Estudios Económicos**

Las fuentes de emisión de este gas más importantes en el mundo son la descomposición de basura, los sistemas energéticos basados en petróleo y gas natural, la actividad agropecuaria (fermentación entérica y producción de arroz), las minas de carbón, el tratamiento de aguas residuales y algunos procesos industriales (US EPA, 2000).

Las principales fuentes de emisiones de metano en Argentina son el sector agropecuario (85% del total) y la descomposición de basuras (10% del total). La fermentación entérica de los rumiantes es responsable del 95% del total de metano emitido en el sector agropecuario.

El metano se produce normalmente durante el proceso digestivo de los animales. La cantidad de metano producida y excretada depende fundamentalmente de dos factores: el tipo de animal, y el tipo de dieta a la que los animales están sujetos. El tipo de sistema digestivo es el factor más determinante de las cantidades de metano producidas y emitidas. Los rumiantes (ganado vacuno, ganado ovino) son los que producen mayores cantidades debido a la fermentación entérica que tiene lugar en el rumen durante la digestión. Por otro lado los animales de mayor tamaño y/o mayor edad tienden a producir mayores cantidades de metano. El tipo de alimento que los animales consumen es el otro factor determinante de las cantidades de metano emitido: cuanto menos digestible es el alimento más metano se produce (Crutzen et al., 1986).

La producción moderna de carne está orientada a aumentar los índices de extracción, es decir a aumentar la cantidad de carne que se produce por unidad de área y de tiempo. Para lograr este objetivo es necesario que los animales puedan ganar suficiente peso en cortos períodos, y a su vez esto se logra con categorías de animales jóvenes que ingieran alimentos de alta digestibilidad (pasturas mejoradas, y en algunos casos suplementos como raciones, silos, etc.). Pero al mismo tiempo, una reducción de la edad promedio del ganado de carne y un aumento de la digestibilidad de la dieta que consumen redundaría en una inmediata reducción de las emisiones de metano. Watson (1996) ha estimado que solamente mejorando la dieta de los rumiantes en el mundo se podría reducir la emisión anual de metano en unos 27 millones de toneladas por año.

Otra vía de emisión de CH<sub>4</sub> en la producción pecuaria es la asociada al manejo del estiércol que en general es menos importante y se limita a los sistemas de producción confinados (tipo "feed-lot"), o a los sistemas en que el estiércol se maneja en estado líquido.

La producción de metano es particularmente importante en animales alimentados con dietas de alto contenido de fibras y bajo nivel energético. Este es el caso de la ganadería extensiva en Argentina. Los productores argentinos emiten más de 700 g de metano por cada kilogramo de carne producido. En términos de PCA, esto es equivalente a 4 ton C/ton carne. Si estos productores tuvieran que pagar por la contaminación que ocasionan, su ganancia se vería disminuida en US\$ 100 por tonelada de carne producida. Y, si además del metano, considerásemos las emisiones de óxido nitroso, ese costo fácilmente se duplicaría.

Esto constituye una fuerte amenaza para este sector tan importante de la actividad económica del país. Actuando con celeridad e ingenio, es posible transformar dicha amenaza en una oportunidad. La contaminación atmosférica de la ganadería extensiva puede ser reducida a través de varios mecanismos. El más inmediato es la modificación de la dieta de los animales.



**BOLSA DE CEREALES DE BUENOS AIRES**  
**Dirección de Estudios Económicos**

El metano producido es en realidad un desperdicio de energía. El mejor aprovechamiento de esa energía implicaría, a la vez, menor contaminación y mayor productividad. El uso de dietas de adecuado balance entre fibra y energía permitiría lograr ambos objetivos. Alternativamente, la utilización de ionóforos -antibióticos que inhiben la formación de metano en el rumen- podría contribuir a reducir las emisiones y aumentar la producción donde no es posible mejorar la dieta.



La otra fuente importante de producción de metano en la agricultura es el cultivo de arroz regado por inundación. El IPCC (1995) ha estimado que las emisiones de metano de campos de arroz inundado son responsables por un 5 a 30% de las emisiones totales de dicho gas en el mundo. En Uruguay, las emisiones de metano provenientes de la producción de arroz ha variado entre el 4 y el 10% de las totales provenientes del sector agropecuario (MVOTMA, 1997; MVOTMA 1998).

El metano en campos de arroz es originado fundamentalmente por la descomposición anaeróbica (en ausencia de oxígeno) de materia orgánica llevada a cabo por microorganismos del suelo. El metano generado de esta manera es liberado a la atmósfera por tres vías principales: (a) por burbujeo en el agua de inundación; (b) por difusión desde la superficie del agua de riego; y (c) por difusión a través de los tejidos de las plantas de arroz durante la estación de crecimiento. Esta última vía es la más importante y generalmente se estima que un 90% del metano producido en cultivos de arroz se libera a la atmósfera a través del aerénquima de las plantas. Esto hace que las emisiones varíen mucho a lo largo de la estación de crecimiento del cultivo dependiendo del estado fenológico, y de las tasas de fotosíntesis y respiración (IRRI, 1994).



La cantidad de metano producida en campos de arroz es afectada por diversos factores. El más importante es el potencial redox (o concentración de oxígeno del medio). Cuando se inunda un campo de arroz para irrigar, el medio ambiente en el suelo que es normalmente oxidante se va convirtiendo en reductor (el agua va desplazando al aire de los poros del suelo y la concentración de oxígeno disminuye). En estas condiciones los microorganismos metanogénicos descomponen materiales orgánicos y producen metano. Por ser un proceso biológico otro factor que afecta la producción de metano en campos de arroz es la temperatura. A mayor temperatura, mayor actividad biológica y mayor producción de metano hasta un máximo de unos 40°C.

## **Atenuación de las Emisiones de Oxido Nitroso (N<sub>2</sub>O)**

El otro gas de efecto invernadero producido en cantidades considerables en la actividad agropecuaria es el óxido nitroso (su contribución relativa el efecto invernadero ha sido estimada en 5%, IPCC, 1996) . Se estima que un 70% del total de emisiones de N<sub>2</sub>O en el mundo provienen de los suelos de regiones agropecuarias (IPCC, 1995).

El N<sub>2</sub>O se produce naturalmente en el suelo por dos procesos biológicos: la denitrificación y la nitrificación. En la denitrificación microorganismos del suelo utilizan al nitrato (ante la falta de oxígeno) como aceptor final de electrones en el proceso respiratorio. El nitrato es reducido y uno de los productos intermedios del proceso que puede ser liberado a la atmósfera es el N<sub>2</sub>O. Por otro lado, más recientemente se ha descubierto que en el proceso de nitrificación (oxidación del ion NH<sub>4</sub> a NO<sub>3</sub>) también se produce N<sub>2</sub>O (Byrnes et al., 1990).

Muchas de las prácticas de manejo de suelos comúnmente utilizadas en la agricultura contribuyen a las emisiones de N<sub>2</sub>O. Por ejemplo, los fertilizantes orgánicos y sintéticos aumentan las cantidades de nitrógeno aplicadas a los suelos y por lo tanto pueden aumentar las emisiones de N<sub>2</sub>O. Otras prácticas agronómicas como el laboreo, la irrigación, la incorporación de residuos de pasturas con leguminosas también afectan los flujos de gases desde y hacia el suelo. Sin embargo, los resultados de investigación aún no permiten la consideración de dichas prácticas de manejo en la elaboración de inventarios de GEIs. Por esta razón en la actualidad los inventarios solamente incluyen las emisiones de N<sub>2</sub>O relacionadas con las aplicaciones de nitrógeno al suelo de diferentes fuentes.

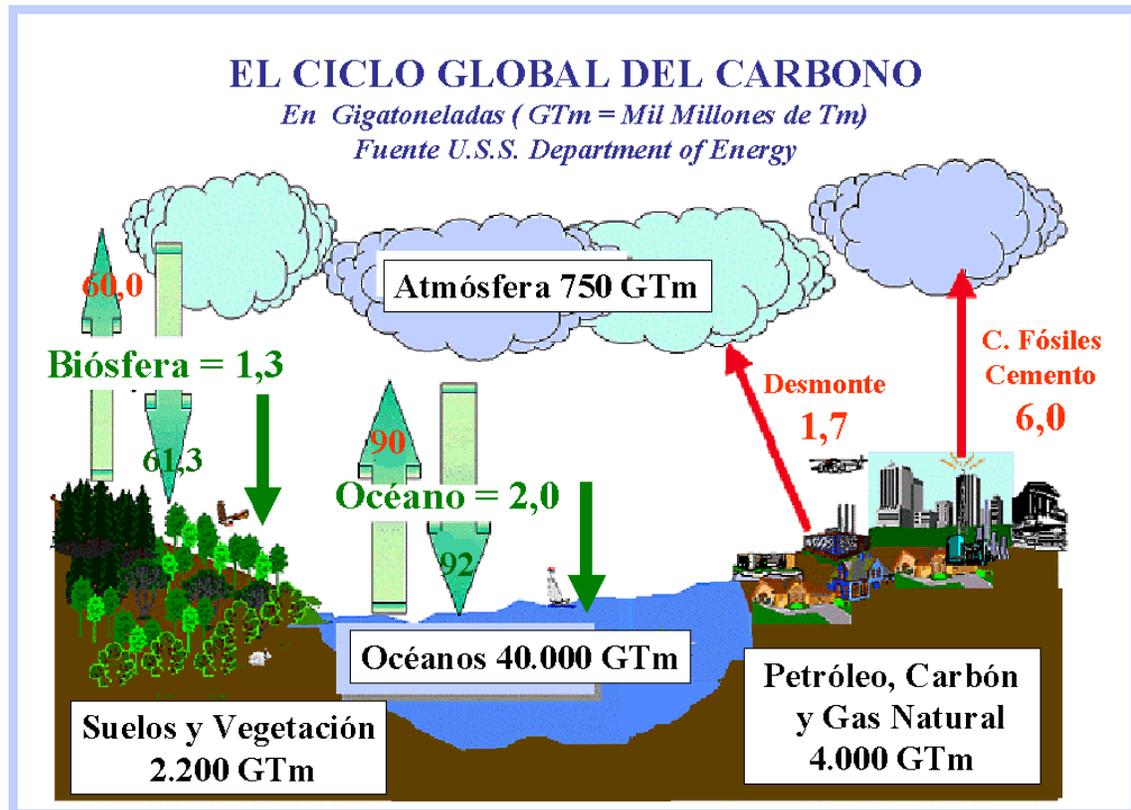
Aunque por el momento no se dispone de datos detallados, pero cabe mencionar que estudios hechos en Uruguay indican que la emisión de ese país está altamente correlacionada aproximadamente al volumen de fertilizantes nitrogenados que emplea el sector agropecuario

## **Sumideros de Carbono**

Existen diversas alternativas biológicas para reducir emisiones de GEI sin que ello implique fuertes impactos negativos sobre la producción, que adicionalmente brindan una interesante oportunidad a los países agroexportadores que cuentan con extensas superficies aptas para la agricultura, ganadería y la actividad forestal.



Esta posibilidad se basa en el secuestro de anhídrido carbónico de la atmósfera a través del proceso de fotosíntesis. La forestación y los cambios en el uso y el manejo de la tierra que impliquen un flujo neto de anhídrido carbónico hacia el suelo o productos duraderos son formas sumamente eficaces y económicas de combatir el efecto invernadero, proceso en el cual la agricultura, la ganadería y la actividad forestal poseen roles de primera magnitud.



Debe destacarse que el uso de combustibles de origen orgánico, como el biodiesel, combina ambos enfoques, ya que además de su mayor eficiencia de conversión calórica, este mecanismo tiene la ventaja de iniciarse con un proceso de fijación de carbono, a través del proceso fotosintético llevado a cabo por un cultivo.

### ***Forestación Artificial***

La plantación de bosques con especies de rápido crecimiento aparece como la oportunidad cuantitativamente más importante. La capacidad de secuestro de carbono es del orden de 5 a 7 ton C/ha/año en la madera, y de 1-2 ton C/ha/año en el suelo. Si bien el proceso de plantación propiamente dicho puede resultar en una emisión neta de anhídrido carbónico hacia la atmósfera, la misma es de naturaleza transitoria. Luego de un tiempo de implantado el bosque, la actividad fotosintética de los árboles comienza a producir una acumulación de carbono en los tejidos leñosos, y en el suelo, superando largamente dicha emisión neta inicial. Por otra



**BOLSA DE CEREALES DE BUENOS AIRES**  
**Dirección de Estudios Económicos**

parte, es necesario considerar que la plantación de bosques sustituye a la ganadería, resultando en una reducción de emisiones de GEI, tal como se discute más abajo.



**Las áreas de bosques naturales e implantados pueden actuar como sumideros de carbono, contrarrestando el Calentamiento Global, y generando ingresos. (Fuente IPCC).**

Hay que tener en cuenta que a los valores secuestrados deberá deducírsele la cantidad de carbono que sea retornado a la atmósfera por la eventual descomposición de los productos obtenidos. Aún no está claro cómo se va a contabilizar este proceso. Una fórmula que ha sido propuesta en Australia es que se contabilice como flujo negativo la totalidad del carbono contenido en la madera cosechada. Esto, si bien simplifica la contabilidad, no parecería correcto, ya que se basa en una descomposición instantánea de la madera cosechada.

Otra alternativa sería asignar, a cada producto obtenido, una vida media, y descontar en cada año sucesivo a la cosecha la cuota parte correspondiente a su descomposición. Este método complica la contabilidad pero sería una mejor aproximación a la realidad. Sin embargo, el mismo deja pendiente de resolución el tema de quién es imputable por la liberación de CO<sub>2</sub> a la atmósfera debida a la descomposición de los productos: ¿es el productor forestal o el



usuario de la madera el responsable por la emisión? Este dilema deberá dilucidarse a través de una definición política.

### ***Bosque Nativo***

Varios países ya han emitido y comercializado certificados de carbono basados en la protección de bosques contra la deforestación. Argentina cuenta con una legislación que protege grandes extensiones de bosque nativo. En teoría ello preserva un recurso natural de alto valor, y evita la emisión de millones de toneladas de carbono que hubieran resultado de su explotación. En la práctica, la vigencia de dicha legislación requiere de un estímulo económico que la haga viable.

La protección actual del bosque nativo se inspiró en un objetivo puramente conservacionista y fue lograda en ausencia de estímulos económicos para el país. Esta medida afecta tanto al Estado, que dejó de recaudar impuestos a la tierra en las áreas protegidas, como a numerosos productores agropecuarios que, por poseer bosque indígena, no pueden utilizar para sus explotaciones la totalidad de sus campos.

Esta capacidad ociosa podría aprovecharse para la fijación de carbono. Aunque la capacidad del bosque natural es mucho menor que la del cultivado, ya que se trata de especies de crecimiento más lento y la mayor densidad genera una fuerte competencia que quita eficiencia al proceso, podrían aprovecharse grandes extensiones que actualmente están degradándose lentamente debido a los incendios, el pastoreo y las talas indiscriminadas.

Argentina cuenta con una extensión de 44 millones de has de bosques nativos, que representan el 1,2 % del total mundial y el 2,2 % del correspondiente a los países en desarrollo. Si bien esto pone de manifiesto que no se trata de un país con una proporción particularmente elevada de superficie forestal natural, también pone en evidencia que se trata de un área considerable que podría ser aprovechada mejor de lo que se lo hace actualmente.

Cabe señalar que además de los bonos de captación de carbono, la protección y recuperación del bosque natural podría dar origen a la emisión de “certificados de protección natural”, que también podrían ser comercializados en un mercado dirigido a empresas que necesitan mejorar su imagen frente a la opinión pública.

### ***Agricultura conservacionista***

Desde la introducción de la agricultura a mediados del siglo XIX los suelos del país han perdido importantes cantidades de carbono que se encontraban naturalmente almacenadas en forma de materia orgánica, y que ha contribuido al incremento en la concentración de este gas en la atmósfera.

Además del efecto de incremento del contenido de dióxido de carbono de la atmósfera, este proceso ha significado también un importante deterioro de la potencialidad productiva del país, ya que la materia orgánica es un componente fundamental de la calidad de los suelos.

Hay varias alternativas que permiten una buena recuperación del contenido de carbono de los suelos. La más eficiente es la siembra directa, cuyo uso se está difundiendo rápidamente en el



## **BOLSA DE CEREALES DE BUENOS AIRES**

### ***Dirección de Estudios Económicos***

Oeste y Centro de la Región Pampeana, y podría hacerlo en otras zonas agrícolas si se le diera el suficiente impulso.

Cuando esta técnica de producción agrícola se establece sobre suelos que han perdido importantes cantidades de materia orgánica, permite acumular carbono a tasas de hasta más de 1 ton C/ha/año. Por otra parte, la siembra directa reduce la erosión de los suelos -un importante proceso de liberación de CO<sub>2</sub> a la atmósfera- y el uso de combustibles fósiles. Datos recientemente difundidos por el INTA de Argentina y el INIA de Uruguay sugieren que, además, la siembra directa reduciría la emisión de óxido nitroso (gas con un potencial de calentamiento de la atmósfera 300 veces superior al del CO) con relación a los sistemas de agricultura convencional.

Argentina cuenta con un promedio de 26 millones de has dedicadas a la agricultura, que representan el 1,8 % del total mundial y el 3,4 % del total correspondiente a los países en desarrollo.

Una cuantificación aproximada del potencial de la siembra directa indica que en las áreas en que la misma se practique se podría acumular el equivalente a 2 ton C/ha/año, considerando la reducción de emisiones y la formación de materia orgánica. Sobre un total de 26 millones de hectáreas, y tomando un precio base de U\$S 10/Tm podrían recaudarse unos US\$ 520 millones por año, además de mejorar notoriamente la calidad de los suelos.

Cabe acotar que la capacidad de acumulación de materia orgánica en los suelos no es ilimitada, por lo que se trataría de un proceso que ocurriría por única vez durante un período de 10 a 20 años. No obstante, es interesante hacer notar que en los primeros 10 años se llevaría a cabo una entrada total del orden de U\$S 5.200 millones.

### ***Pastizales Naturales y praderas***

Un complemento de la reducción de las emisiones de metano por parte de la producción bovina, es la fijación de carbono por parte de los pastizales naturales y praderas que les sirven de sustento.

Algunas cifras pueden ayudar a ilustrar la significación de la fijación de carbono como rubro productivo en estos suelos. Una hectárea típica bajo ganadería extensiva emite hoy cerca de 0,5 ton C equivalente en forma de metano y óxido nitroso. La supresión del ganado implica que automáticamente se inicie un proceso de acumulación de materia orgánica en el suelo. Si bien se carece de información científica que la cuantifique, una acumulación de 0,5 ton C/ha/año parece razonable. Sumando la reducción de emisión y la fijación de carbono se llega a 1 ton C/ha/año, potencialmente comerciable a U\$S 10, que se sumaría a los ingresos provenientes de la actividad ganadera.

Argentina dispone de más de 140 millones de has de pasturas y praderas, que representan un 4,3 % del total mundial, y un 6,8 % del correspondiente a los países en desarrollo, por lo que este rubro podría representar la entrada de U\$S 1.400 millones por año.



Gran parte de la superficie correspondiente a pasturas naturales se encuentra ubicada en zonas semiáridas de muy baja productividad, donde el aporte de este rubro podría ser decisivo. En una explotación de 1.000 has ubicada en un área marginal esta contribución podría llegar a los U\$S 10.000 anuales, mejorando considerablemente el nivel de vida de la familia que lo habita.

## **Fuentes de Energía Renovable**

El uso de biocombustibles no ha sido hasta el presente una alternativa económicamente viable en Argentina. La venta de certificados de reducción de emisiones que el reemplazo del petróleo permitiría generar podría viabilizar su adopción en el futuro. De igual forma que en el caso de la biomasa para generación de electricidad, los biocombustibles reducirían la dependencia energética del país y crearían nuevas alternativas para los agricultores argentinos.

Una alternativa que merece consideración es el desarrollo de aceites vegetales como combustibles diesel (biodiesel). Los aceites de diversos cultivos oleaginosos sembrados en el país -canola, girasol, soja y otros- serían muy adecuados para este fin.

Este combustible es producido, en la mayoría de los casos, a través de reacciones de aceites vegetales o grasa animal con metanol o etanol en la presencia de un catalizador para producir glicerina y biodiesel. Tiene un rendimiento similar al combustible diesel, no requiere nueva infraestructura, no altera el torque ni la potencia de los motores diesel. Además, mejora notablemente la lubricación del circuito y en la bomba de inyección. Puede ser utilizado en forma pura, B100, o en mezclas diversas con gasoil, siendo la más utilizada la mezcla del 20% de biodiesel y 80% de gasoil, conocida como B20.

El biodiesel se encuentra registrado como combustible y como aditivo para combustibles en la Agencia de Protección del Medio Ambiente de Estados Unidos. Es un combustible renovable, sustituto del gasoil. Químicamente se define como esteres mono alquílicos de aceites grasos de cadenas largas derivados de lípidos naturales. En estado puro no contiene petróleo ni derivados de aquel.

El crecimiento futuro en la demanda de energía asociado con el desarrollo económico del país podría ser satisfecho mediante un creciente uso de fuentes renovables. Además de aquellas de origen biótico, los costos decrecientes de las energías fotovoltaica y eólica hacen pensar que éstas tendrán un peso cada vez mayor en el mundo y en Argentina.



## **EL MERCADO DEL CARBONO**

### **Nace el Comercio De Créditos De Carbono**

En la Cumbre de Kyoto se fijaron metas para la reducción de las emisiones de gases de efecto invernadero. Los países desarrollados deben reducirlas a un nivel entre 5 y 10% por debajo de los niveles de 1990, entre el 2008 y el 2012. Son metas muy ambiciosas, que de todas maneras los países aceptarían siempre y cuando los países en vías de desarrollo hagan también esfuerzos en la misma dirección.

La Argentina lidera la posición de los "esfuerzos voluntarios", en los que cada país en vías de desarrollo establece sus propias metas de reducción. Para esto existe el denominado "Mecanismo de Desarrollo Limpio", en el que los países en vías de desarrollo pueden brindar ventajas a los desarrollados para el cumplimiento de sus metas.

La reducción de emisiones de GEI podría efectivizarse a través de diversos instrumentos de política tales como impuestos, regulaciones, promoción de nuevas tecnologías y otros. Estos instrumentos presentan limitaciones debido a que generalmente o no aseguran el cumplimiento del objetivo, o lo hacen a un costo muy elevado. Existe el consenso cada vez más amplio entre los formuladores de políticas de que la manera más efectiva y menos costosa de lograr una determinada meta de reducción de emisiones es a través de mecanismos de mercado.

Los mecanismos de flexibilización contemplados en el Protocolo de Kyoto abren la posibilidad del surgimiento del denominado "Mercado Internacional del Carbono", en tanto permite a los países con compromisos de reducción de emisiones netas de GEI de dar cumplimiento a parte de sus obligaciones a través de la adquisición de reducciones certificadas alcanzadas mediante la implementación de Proyectos orientados a este fin en los países en desarrollo.

A fin de proveer un patrón común, las reducciones certificadas de los distintos gases de invernadero se expresan en sus respectivos equivalentes en carbono, dando lugar a la creación de los denominados "Créditos de Carbono" que pueden ser comercializados dentro de un esquema de mercado internacional.



**BOLSA DE CEREALES DE BUENOS AIRES**  
**Dirección de Estudios Económicos**

<b>Tipo de Gas</b>	<b>Símbolo químico</b>	<b>PCG</b>
<b>Dióxido de Carbono</b>	<b>CO<sub>2</sub></b>	<b>1</b>
<b>Metano</b>	<b>CH<sub>4</sub></b>	<b>21</b>
<b>Oxido Nitroso</b>	<b>N<sub>2</sub>O</b>	<b>310</b>
<b>Sulfuro Hexafluorado</b>	<b>SF<sub>6</sub></b>	<b>23900</b>
<b>Hidrofluoro Carbono</b>	<b>HFCs</b>	<b>140 – 11 700</b>
<b>Fosfatofluoro Carbono</b>	<b>PFCs</b>	<b>6500 – 9200</b>

Esta consideración es de gran importancia ya que los gases de efecto invernadero presentan una diferente capacidad de atrapar calor en la atmósfera. Por esta razón en 1994 el Panel Intergubernamental para el Cambio Climático (IPCC) estableció el concepto de Potencial de Calentamiento Global (PCG) de diferentes gases, tomando como referencia al dióxido de carbono. La utilización de los PCG permite que todos los gases sean expresados en su equivalente en carbono, generando una “moneda común” que permite su comercialización.

El mecanismo de mercado determina que la reducción de emisiones sea llevada a cabo por aquellas empresas o países capaces de hacerlo a menor costo. De esta forma, se abren las puertas de un mercado de emisiones, en que los países desarrollados pueden comprar la reducción de GEI que de otra forma tendrían que lograr aplicando medidas internas más costosas. El uso de un mecanismo de mercado para resolver un tema ambiental tiene un exitoso antecedente en el mercado del dióxido de azufre en Estados Unidos, establecido en 1990 para combatir la lluvia ácida.

Esta alternativa dio lugar al comercio de "Créditos de Carbono", según el cual los países desarrollados pueden adquirir derechos de emisión que faciliten el cumplimiento de sus metas. La agricultura y la forestación son fuentes muy atractivas para estos mecanismos de comercio de créditos de emisiones. En la agricultura, las alternativas más interesantes son la secuestro de carbono a través de nuevas prácticas tecnológicas como la siembra directa, y el uso de aceite vegetal o distintas biomásas para la producción de combustibles renovables.

Un mercado de reducción de emisiones operaría de la siguiente manera. Mediante la resolución de alguna autoridad, o mediante un compromiso voluntario, se fija un tope a la emisión de GEI de ciertos países o de las empresas de un determinado ramo de actividad. Estos países o empresas recibirían permisos para emisión de GEI por una cantidad inferior a la que actualmente emiten.

Algunos de ellos serán capaces de reducir sus emisiones a un costo inferior al de otros, e inclusive obteniendo beneficios económicos. Ello les permitiría reducir sus emisiones más allá de su obligación y generar así un excedente de permisos que podrían ser comercializados a aquellos que no logren reducir sus emisiones o no estén dispuestos a hacerlo.



## ***BOLSA DE CEREALES DE BUENOS AIRES*** ***Dirección de Estudios Económicos***

El mecanismo de mercado, a diferencia de otros instrumentos como los impuestos, asegura el cumplimiento del objetivo perseguido, ya que la suma total de permisos emitidos es una cantidad determinada. Por otra parte, este mecanismo también determina que la reducción de emisiones sea llevada a cabo por aquellas empresas o países que lo pueden hacer a menor costo.

El uso de un mecanismo de mercado para resolver un tema ambiental tiene un exitoso antecedente en el mercado del dióxido de azufre en Estados Unidos, establecido en 1990 para combatir la lluvia ácida. Este mercado logró reducir a menos de la mitad las emisiones de este gas sin afectar de forma significativa la economía de las empresas que lo emiten.

Por medio del Mecanismo de Desarrollo Limpio (MDL) se oficializa la oferta de reducciones de emisiones certificadas de gases invernadero. Los países Anexo 1 podrán adquirir reducciones de emisiones certificadas (CTOs = Certified Tradable Offsets) medidas en unidades de carbono equivalente, generadas en la ejecución de proyectos que fijen, reduzcan o eviten emisiones de gases de efecto invernadero en los países No Anexo 1.

De esta forma, a las puertas de un mercado de emisiones, en que los países desarrollados puedan comprar la reducción de GEI que de otra forma tendrían que aplicar medidas internas que a la postre les resultarían más costosas.

En Argentina se podrían aplicar diferentes proyectos para lograr este objetivo, como el uso de sistemas de absorción de contaminantes en procesos productivos (filtros); el sustituir generación de energía con combustibles fósiles por generación de energía con sistemas hídricos o solares; o aumentar el secuestro de carbono conservando bosques que de otra forma se cortarían o se dedicarían (esas tierras) a otras actividades económicas. En este documento se exploran las dos últimas opciones para una empresa privada. La primera opción, dado el actual estado de la tecnología, aún no alcanza para competir comercialmente con las otras dos opciones.

### **En qué Consiste el Nuevo Bien**

El Nuevo Bien que se crea a partir del MDL son los CTOs, con una demanda por parte de los países Anexo 1 que obligados por las Naciones Unidas a reducciones de emisiones de GEI, transmitirían esas obligaciones al sector privado: el Estado de cada uno de esos países exigiría a las empresas emisoras que compren CTOs y se los presente a él y le serán reconocidos como obligación de reducción cumplida.

La oferta sería por parte de los países en desarrollo que venden derechos a contabilizar las reducciones de emisiones que diferentes actividades antropogénicas logran. El CTO es un documento que dice la cantidad de toneladas métricas (TM) en emisiones reducidas que están registradas internacionalmente para que no vayan a ser vendidas más de una vez. Así, en los países oferentes se podrán realizar proyectos que sin este subproducto no resultan rentables para los inversionistas.



**BOLSA DE CEREALES DE BUENOS AIRES**  
**Dirección de Estudios Económicos**

El fenómeno del cambio climático se ha denominado a las variaciones en el patrón del clima por la intervención humana que ha venido a alterar la composición de la atmósfera. Esta alteración ha modificado el balance que había mostrado la atmósfera en su capacidad de permitir la radiación mediante el ingreso de los rayos solares y la irradiación, con el que se expulsa el calor solar al espacio. La alteración del balance para la radiación y la irradiación atmosférica procede de las modificaciones de los GEI, los cuales intervienen en esos procesos de atrapar y expulsar el calor solar. Las concentraciones de dióxido de carbono, metano y clorofluorocarbonos se han incrementado notablemente durante el desarrollo industrial. Las emisiones de tales gases proceden de la utilización de los combustibles fósiles, los cuales en su proceso geológico han atrapado carbono y otros componentes en la geosfera.

Desde el punto de vista económico y dadas las condiciones actuales de acumulación de gases de efecto invernadero en la atmósfera, se considera que tanto las emisiones, como la reducción de las mismas, son una externalidad de los proyectos productivos actualmente.

La ejecución de un proyecto conlleva costos y beneficios que no son percibidos por los ejecutantes, por lo que no los incorporan al valor del proyecto. Estos costos y beneficios que recaen sobre terceros se conocen como externalidades. El beneficio de un proyecto que fija o reduce las emisiones de carbono beneficia a la comunidad local y nacional, pero es generalmente aceptado que la comunidad internacional, especialmente los países desarrollados son los que más se benefician de ese servicio, al compensar la concentración de carbono en la atmósfera, producto de sus emisiones de GEI.

El servicio ambiental de fijación de Carbono o reducción de emisiones de GEI, es, en general un bien público y por lo tanto no poseen un precio determinado en el mercado. Un bien público se distingue por dos características esenciales 1 : primero, grado de exclusión bajo o nulo, que se refiere a la imposibilidad de escoger quiénes consumen el bien o el servicio por algún mecanismo como puede ser el precio; y segundo, la baja o nula sustractabilidad, que implica que el consumo de un bien o servicio por parte de un individuo no reduce las posibilidades de otros consumidores consumir ese bien o servicio.

Estas características implican que habrá una provisión menor o nula respecto de la socialmente óptima si se deja su provisión al mercado, pues los beneficios internos del bien son pequeños para el productor que lo provea. También se refieren a la dificultad de que alguien pueda ser excluido de disfrutarlo, independiente de si está de acuerdo en pagarlo o no, una vez provisto el bien o servicio. A partir del momento en que el productor brinde el servicio no puede impedir que algunos usen el mismo sin pagar por él, ni puede limitar las cantidades que los usuarios hacen del servicio de acuerdo a lo que paguen. La mayoría de los beneficios serían "externos" al productor.

Los grados de exclusión y sustractabilidad dependen de las características propias del bien o servicio, de su oferta y demanda relativas, de la estructura de derechos de propiedad definidos en el marco legal e institucional y de la posibilidad de hacer cumplir ese marco legal. Una redefinición de los derechos de propiedad y del marco legal e institucional podría modificar el grado de exclusión y sustractabilidad de los "servicios ambientales", por lo que se plantea que



## ***BOLSA DE CEREALES DE BUENOS AIRES*** ***Dirección de Estudios Económicos***

el primer paso para lograr la internalización de los efectos ambientales en la evaluación privada del productor es mediante la correcta especificación de los derechos de propiedad. La efectividad del resultado de tal especificación no es difícil de comprender, ya que en el momento en que un recurso tiene dueño (por ejemplo la mejora en calidad ambiental debido a una reducción en las TM de CO<sub>2</sub>), si afecta indirectamente a terceros (comunidad internacional), dicho dueño exigiría un pago compensatorio que es contabilizado como un beneficio para el proyecto, con lo cual es internalizada la externalidad.

Así, el significado de internalizar los efectos de un proyecto se encuentra vinculado con el concepto de la externalidad. La internalización lo que busca es incorporar en el valor del proyecto estas externalidades, de modo que dentro de la evaluación de dicho proyecto se totalicen todos los efectos que produce. La filosofía de los Mecanismos de Desarrollo Limpio es la de pagar el servicio ambiental global que brindan proyectos de fijación o reducción de emisiones a los países que los evalúan, de forma que los beneficios netos de estos proyectos aumentan al incorporar este ingreso, lo que incrementa la probabilidad de su ejecución.

### **Posibles precios del carbono en el Mercado Global Ambiental**

Se presentan a continuación los resultados de algunos estudios sobre los costos en dólares por tonelada de carbono que representa para los países desarrollados reducir las emisiones para alcanzar las metas establecidas en Río en 1992 y en Kioto 1997.

Para los Estados Unidos se utilizan reconocidos estudios auspiciados por los departamentos de Energía y Agricultura de los Estados Unidos. En el primer escenario considera el menor costo posible para abatir emisiones en el sector energético y sin árboles. El segundo escenario, minimiza los costos combinando opciones del sector energético y de secuestro de carbono con actividades forestales.

El primer escenario parte del modelo Fossil2 e incorpora variables como el crecimiento de la población y de la economía, el desarrollo de nuevas tecnologías, y los precios relativos entre fuentes alternativas de energía como la solar y el carbón (Rosenthal et al, 1993). Se calcula que el costo de reducción sería muy bajo al inicio del programa, pero aumenta muy rápidamente a casi \$200 dólares por tonelada en el año 2000, y a \$250 por tonelada para el año 2015.

Posteriormente y conforme se desarrolla nueva tecnología los costos bajan. Al cálculo del segundo escenario se sumó el Departamento de Agricultura (USDA) y se integró al análisis de minimización de costos la opción del almacenamiento de carbono en los árboles. Este escenario asume que los árboles crecen durante 40 años, computa un costo anual por alquiler de terrenos, y un costo por plantar árboles y asume que el gobierno trasladará a los agricultores el impuesto por tonelada cobrado o que estos podrán vender las toneladas de carbono fijadas anualmente (Richards et al, 1993 y 1997). Con estos datos se calcula que es posible rebajar los costos de reducción de emisiones. Por ejemplo, para fijar alrededor de 254 millones de toneladas anuales se estima un costo promedio de \$18 por tonelada (\$25 por tonelada para el año 2015).



Otros estudios son menos optimistas y estiman ahorros menores. Por ejemplo Parks and Hardie (1995) estiman costos entre \$5 y \$90 dólares por tonelada, mientras que Stavins (1996 y 1998) calcula el costo por tonelada oscilando entre \$0 y \$150 por tonelada, nótese que ambos estudios estiman costos para el secuestro de carbono forestal debajo de las estimaciones de costos usando opciones exclusivas del sector energético.

La Comisión de Comunidades Europeas (The Commission of the European Communities study, CEC 1998) efectuó un estudio para los países de la Unión Europea. Se estimó que para Alemania, Dinamarca, Francia y Reino Unido, estabilizar las emisiones al nivel de 1988 no representa costos o no están cuantificados, pero para Holanda implica un costo de \$127 por tonelada, para Grecia \$108, para Italia \$104, para España \$85 y para Bélgica \$71/ton.

Excluyendo diferencias, los proyectos de reducción de emisiones solamente basados en energía muestran costos por encima de los \$100 por tonelada en los países industrializados. Al tomar en cuenta proyectos forestales en los mismos, en la medida que se puedan dar, se reducen estos costos. Es de esperar que el mecanismo de oferta y demanda de mercado establezca un precio entre los costos internos de estos países y los costos de los proyectos en los países en desarrollo.

## **El Proceso de Creación del Mercado del Carbono**

Los orígenes del mercado del carbono se remontan a 1990, cuando la empresa Applied Energy Services desarrolló la idea de compensar su contaminación atmosférica mediante la protección de un bosque nativo en Guatemala amenazado de ser deforestado. Este proyecto conservó 10 millones de toneladas de C durante cuatro años con un costo de US\$ 0,19/ton.

Luego de la Cumbre Ambiental de Río de Janeiro en 1992 fueron surgiendo otros proyectos, la mayoría de ellos basados en la protección de bosques naturales, financiados por Estados Unidos, Holanda, Noruega y otros países europeos. Los precios oscilaron entre US\$ 0,20 y 2,00 por tonelada de carbono, hasta que el gobierno de Costa Rica decidió, en 1997, vender certificados de mitigación de emisiones de GEI, por un total de 18 millones de toneladas, a un precio piso de US\$ 10/ton. Los mismos fueron comercializados en Estados Unidos y Noruega.

El mercado del carbono parece estar siendo delineado no por un acuerdo internacional multilateral como el de Kyoto, sino por la acción de diversos agentes individuales que marcan el camino a través de sus iniciativas. La existencia del mercado se basa en la fijación de topes a las emisiones de GEI.

Estos topes están siendo fijados voluntariamente por algunos países que entienden deben cumplir con sus obligaciones estipuladas por la Convención de Cambio Climático. Por otra parte, diversas empresas, motivadas por la necesidad de presentar ante sus clientes una imagen de preocupación por el cuidado del ambiente, también están decidiendo voluntariamente disminuir sus emisiones de GEI. Otras empresas simplemente actúan porque



## **BOLSA DE CEREALES DE BUENOS AIRES** **Dirección de Estudios Económicos**

especulan con que es ventajoso adquirir rápidamente experiencia en un mercado que se desarrollará inexorablemente en el futuro cercano.

Entre los países que están implementando mecanismos de mercado para el combate del efecto invernadero, Australia es el más destacado. El Estado de New South Wales promulgó la primera ley de cambio climático del mundo. La Bolsa de Futuros de Sidney comenzó a operar a mediados del año 2000 con opciones de futuro de certificados de carbono generados en cualquier parte del mundo.

Otros países que han avanzado en el tema son Reino Unido, Nueva Zelanda, Dinamarca, y Canadá. En el caso de Reino Unido, el mercado interno del carbono empezó a funcionar en abril de 2001.

En el ámbito empresarial se puede citar numerosos ejemplos que ilustran cómo el mercado va tomando forma. Si bien la mayor parte de las iniciativas están orientadas hacia el sector energético, la forestación y los cambios en el uso de la tierra también parecen ser atractivos.

La empresa petrolera British Petroleum-Amoco resolvió reducir en 10 % la emisión de GEI de sus 120 unidades de negocios distribuidas por todo el mundo. Para ello ha implementado un mercado interno de certificados de reducción de emisiones, que entró en operación en enero del 2000. El sistema admite la obtención de certificados a través de la financiación de proyectos externos a la empresa, aunque en principio este mecanismo estará acotado a menos de 5% del total.

El consorcio de empresas energéticas canadienses GEMCo realizó un acuerdo con productores agrícolas del Estado de Iowa, por el cual éstos se comprometen a practicar la técnica de siembra directa a efectos de acumular carbono en sus suelos. GEMCo les paga a esos agricultores cerca de US\$ 9/ha/año adquiriendo así los derechos de comercialización de los certificados de carbono que se generen en el futuro. Uno de los integrantes de este consorcio, Ontario Power Generation Inc., compró, en octubre de 1999, créditos por un millón de toneladas de carbono a Zahren Alternative Power Corporation, una empresa de Connecticut que utiliza gases de basurales para la generación de electricidad.

También se han producido transacciones basadas en plantaciones forestales. Un grupo de pequeñas y medianas empresas alemanas ha promovido la plantación de pinos en la Provincia de Neuquén, a cambio de los derechos de comercialización futura de certificados de carbono.

Por su parte, la empresa eléctrica TEPCO, una de las mayores de Japón, inició en 1999 la ejecución de un proyecto de plantación de 40.000 ha de eucaliptos en Australia con la finalidad de secuestrar carbono y utilizar en el futuro, como permisos de emisión, los certificados generados.

### **El Fondo Prototipo de Carbono del Banco Mundial**



## **BOLSA DE CEREALES DE BUENOS AIRES** **Dirección de Estudios Económicos**

Respondiendo a estas inquietudes, el Banco Mundial creó el llamado **Fondo Prototipo de Carbono**, que en principio será de US\$ 150 millones. Este fondo fue conformado con los aportes de diversas corporaciones de varios países, y tendrá como propósito la financiación de proyectos que reduzcan emisiones o secuestren carbono. Estos proyectos serán ejecutados en países en desarrollo.

Cabe mencionar que dicha medida generó numerosas adhesiones, atrayendo más interés de gobiernos y corporaciones que lo anticipado.

El banco anunció que 15 compañías y seis países han prometido unos 135 millones de dólares para el llamado Fondo Prototipo de Carbono. El fondo fue iniciado para contribuir a la financiación de proyectos en los países en vías de desarrollo, destinados a reducir el efecto de invernadero o calentamiento global. El principal objetivo es tratar de desarrollar tecnologías de energía renovable, como eólica, hidroeléctrica y biomasa, las cuales no serían rentables sin apoyo de los recursos suministrados por el fondo.

A su vez, los países desarrollados que implementen proyectos con participación del Fondo, recibirán créditos basados en la magnitud de los recortes de emisiones de gas logrados por los proyectos que ellos financien.

La función del Banco Mundial es actuar como intermediario al ayudar a negociar un precio considerado razonable, tanto para compradores como vendedores de los créditos, que pueden ser utilizados para cumplir con obligaciones internacionales de control de emisión de gases.

Los países que ya se encuentran participando en el programa son Canadá, Finlandia, Holanda, Japón, Suecia y Noruega. Entre las firmas inversionistas están BP Amoco, Deutsche Bank, Gaz de France y seis compañías electrónicas japonesas. Otras nueve compañías han expresado interés.

"El alto nivel de interés en este proyecto marca un giro importante en la forma en que las compañías ven su papel en problemas globales como los cambios climáticos", declaró Ian Johnson, vicepresidente del Banco Mundial.

### **Proyección Futura del Mercado del Carbono**

El tamaño del mercado del carbono dependerá básicamente de las metas cuantitativas de reducción de emisiones que se definan, y también de factores políticos. Si el objetivo fuese la estabilización de la concentración de anhídrido carbónico en la atmósfera en 500 a 550 partes por millón, el volumen del mercado sería, en el 2010, del orden de 1000 millones de toneladas de C por año, según diversas estimaciones. Esa cifra podría reducirse si, como pretende la Unión Europea, se imponen restricciones a la computación de reducción de emisiones efectuadas fuera de las fronteras de un país.



***BOLSA DE CEREALES DE BUENOS AIRES***  
***Dirección de Estudios Económicos***

Los precios del mercado se han mantenido en el entorno de US\$10 a 12 por tonelada de carbono. La gran mayoría de las proyecciones predicen valores superiores a US\$ 25 para mediados de la próxima década.

Ello se basa en el hecho de que los costos de reducción genuina de emisiones a través de cambios tecnológicos u otros mecanismos oscila entre US\$ 50 y 500 por tonelada de carbono en los diferentes países e industrias. El Banco Mundial ha estimado que en el 2020 el precio de la tonelada de carbono se situará en US\$ 50, con un volumen de comercio mundial del orden de 3000 millones de toneladas anuales.

El desarrollo y adopción de nuevas tecnologías, en particular aquellas relacionadas con fuentes de energía renovable, pueden atentar contra el desarrollo del mercado del carbono. Según la opinión calificada de expertos, es de esperar que este mercado alcance un tamaño máximo en un plazo de 20 a 30 años, y luego comience a decaer como consecuencia del uso de esas nuevas tecnologías y de una estabilización de la población mundial.



## **LA CONVOCATORIA DE LA BOLSA DE CEREALES DE BUENOS AIRES**

### **La Puesta en Marcha del Mercado del Carbono en Argentina**

Los mecanismos de mercado poseen evidentes ventajas que determinan la factibilidad de implementación de un mercado del carbono en Argentina. Mientras que un impuesto o subsidios pone un precio explícito a la producción de carbono o los demás gases de efecto invernadero, un sistema de comercio de emisiones permite que el propio mercado ponga el precio.

No obstante, la creación de este nuevo mercado deberá cumplir con ciertas normas y principios. Entre los más importantes son de destacar los siguientes:

- 1) El mercado se debe desarrollar en un contexto de políticas interrelacionadas con las utilizadas mundialmente para los casos de los gases del efecto invernadero. Ejemplo de ellas sería cumplir con el Protocolo de Kyoto ratificado por nuestro país.
- 2) Implementar el mercado con el menor costo posible para no perder competitividad internacional.
- 3) Debe ser compatible con los sistemas de comercio de emisiones ya creados, como el de Australia, para poder comerciar internacionalmente los mismos contratos.
- 4) Formar el mercado de manera tal que facilite la inversión así como también para que reconozca rápidamente los cambios en el mercado mundial para amoldarse a ellos.
- 5) Que el mercado sea lo suficientemente abarcativo como para cubrir todos los gases del efecto invernadero, de todos los sectores y de todas las fuentes de emisión posibles, que incorpore los sumideros. Además, deberá ser flexible para acomodarse a las nuevas tecnologías y a los cambios en los tratados internacionales.
- 6) Debe estar diseñado para minimizar los costos, maximizar la flexibilidad para los participantes y para maximizar el desenvolvimiento del sector privado en toda la operatoria.

Es importante estimar el valor económico de las emisiones asignadas por el Protocolo de Kyoto. Estas emisiones tienen valor porque van a ser escasas cuando el primer periodo del



**BOLSA DE CEREALES DE BUENOS AIRES**  
**Dirección de Estudios Económicos**

Protocolo entre en funcionamiento. El bienestar que este comercio puede traer aparejado no tendría que ser visto como el de una ganancia extraordinaria para nuestra economía sino como un indicador de los costos que las empresas que emiten gases de efecto invernadero deben incurrir para poder estar dentro de los límites.

La reducción de las emisiones puede ser alcanzadas por diferentes métodos. Mientras estos cambios exijan o impongan mayores costos para algunas empresas, representaran ingresos para otras como por ejemplo los oferentes de los certificados.

El valor potencial de los certificados para nuestro país, y sus consecuentes implicancias financieras, no puede ser medido con precisión en la actualidad. Existen dos partes fundamentales para estimar este valor: la cantidad de certificados y el precio de cada uno. Ninguna de las partes es factible de ser medida en el presente.

El precio de los certificados puede variar de acuerdo a los siguientes parámetros:

- 1) Restricciones en el comercio internacional de certificados
- 2) Costo del secuestro del carbono
- 3) Esfuerzo de los países desarrollados en reducir sus emisiones
- 4) La diferencia entre el monto asignado y el estimado de emisiones como línea de base.

Para que exista un efectivo mercado de carbono existen ciertos prerequisites a cumplir. Es necesario que haya un lugar físico, legal y administrativo donde se realice la comercialización de estos certificados. Debe realizarse un completo proceso de desarrollo, monitoreo y verificación de las emisiones. Deben existir reglas explícitas muy claras así como estándares acorde a lo mundialmente utilizado acorde al Protocolo de Kyoto.

### **La Garantía de la Bolsa de Cereales de Buenos Aires**

Es evidente que los proyectos que se implementen dentro de los Mecanismos de Desarrollo Limpio deberán regirse según el principio de provecho mutuo, compatibilizando los dos intereses involucrados en este tipo de transacción. Por un lado, deberán ofertar al inversionista el máximo posible de reducción de emisiones de carbono por unidad de capital invertido, que podrán ser aplicadas al cumplimiento de obligaciones. Por otro lado, deberán presentar la máxima contribución posible, por unidad de inversión, al desarrollo sostenible del país que hospeda el emprendimiento.



Nuestro país tiene importantes potencialidades de reducción de emisiones y secuestro de carbono, pero para participar con ventaja deberá competir con proyectos de alta calidad y elevada confiabilidad, ofreciendo ventajas comparativas con respecto a los proyectos de países competidores.

Para que esta oportunidad pueda aprovecharse en toda la dimensión de sus posibilidades, la Bolsa de Cereales de Buenos Aires pone su recinto y operatoria a disposición de las empresas y organizaciones interesadas en llevar a cabo proyectos relacionados con esta problemática. La confiabilidad será uno de los factores determinantes del éxito o fracaso de esta nueva actividad, por lo que los 147 años de ininterrumpido funcionamiento de nuestra Institución, durante los cuales jamás dejó de cumplirse un contrato, constituyen una segura garantía.

Esta iniciativa representa una interesante posibilidad económica para el sector agropecuario y forestal argentino, que debe ponerse en marcha antes que el mercado sea ocupado por los numerosos competidores, que como Australia y Nueva Zelandia, ya están actuando decididamente.

***Buenos Aires, 12 de Diciembre de 2001***

***Jorge Ingaramo, Eduardo Sierra y Ramiro Costa***



## **FUENTES CONSULTADAS**

- ABARE, 1998. Emissions trading: proceedings of the International Conference on Greenhouse Gas Emissions Trading. Sydney (Australia). 215 p.
- Baethgen, W.E. and G.O. Magrin. 1995. Assessing the impacts of climate change on winter crop production in Uruguay and Argentina using crop simulation models. IN: C. Rosenzweig et al. (eds.), *Climate Change and Agriculture: Analysis of Potential International Impacts*. American Society of Agronomy Special Publication 59, Madison WI, pp 207-228.
- Baethgen, W.E. 1994. Impacts of climate change on barley in Uruguay: yield changes and analysis of nitrogen management systems. IN: C. Rosenzweig and A. Iglesias (ed.) *Implications of Climate Change for International Agriculture: Crop Modeling Study*. USEPA 230-B-94-003, Washington, D.C.
- Beaumont, E. y Merenson, C. 1999 El Protocolo de Kioto y el Mecanismo para un Desarrollo Limpio. Nuevas posibilidades para el sector forestal de América Latina y el Caribe. FAO. Santiago, Chile. 118 p.
- Byrnes, B.H., C.B. Christianson, L.S. Holt and E.R. Austin. 1990. Nitrous oxide emissions from the nitrification of nitrogen fertilizers. In: Bowman, A.F. (ed.) *Soils and the Greenhouse Effect*. John Willey and sons, Chichester. pp. 489-495.
- Crutzen, P.J., I. Aselmann, and W. Seiler. 1986. Methane production by domestic animals, wild ruminants, and other herbivorous fauna. *Tellus* 38:271-284.
- FAO, 1999. Forest Energy Forum No. 4, Junio 1999. Roma, Italia. 8p.
- Houghton, J. 1998. Global warming, the complete briefing. Cambridge University Press, 2<sup>nd</sup> ed., United Kingdom. 320 p.
- IPCC. 1994. Radiative forcing of climate change. The 1994 report of the Scientific Assessment Working Group of IPCC: Summary for policy makers. IPCC/WMO.
- IPCC. 1995. Climate change 1995: The science of climate change. Report of the Scientific Assessment Working Group of IPCC: Summary for policy makers and Technical summary of the working group I report. IPCC/WMO.
- IPCC (1996) *Climate Change 1995: The Science of Climate Change*, Intergovernmental Panel on Climate Change; J.T. Houghton, L.G. Meira Filho, B.A. Callander, N. Harris, A. Kattenberg, and K. Maskell, eds.; Cambridge University Press. Cambridge, U.K.
- IPCC/UNEP/OECD/IEA (1997) *Revised 1996 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories*, Paris: Intergovernmental Panel on Climate Change, United Nations Environment



Programme, Organization for Economic Co-Operation and Development, International Energy Agency.

IRRI. 1994. Climate change and rice. International Symposium Abstracts. International Rice Research Institute, Los Baños, Philippines.

Martino, D.L., Bennadji, Z, Fossati, A., Pagliano, D y van Hoff, E. 1998. La forestación con eucaliptos en Uruguay: su impacto sobre los recursos naturales y el ambiente. INIA Serie Técnica 88. La Estanzuela, Colonia. 22p.

Martino, D.L. y E. van Hoff, 1999. Mercado del Carbono: una Oportunidad para Uruguay. Uruguay Forestal 9 (21):4-9 (<http://www.inia.org.uy/disciplinas/agroclima/index.html>).

MVOTMA, 1997. Inventario nacional de gases de efecto invernadero 1990. 127 pp. Montevideo.

MVOTMA, 1998. Inventario nacional de emisiones netas de gases de efecto invernadero: 1994, y Estudio comparativo de emsiones netas de gases de efecto invernadero para 1990 y 1994. 363pp. Montevideo.

Moura Costa, P. 1998 Breve história da evolução dos mercados de carbono. Silvicultura (Soc. Brasileira de Silvicultura) 76:24-33

Nordhaus, W.D. 1998. Economics and policy issues in climate change. Resources for the Future, Washington DC.

Reilly, J., W.E. Baethgen, F.E. Chege, S.C. van de Geijn, Lin Erda, A. Iglesias, G.Kenny, D.Patterson, J. Rogasik, R. Ritter, C. Rosenzweig, W. Sombroek and J. Westbrook. 1996. Agriculture in a changing climate: impacts and adaptation, IN: *Changing Climate: Impacts and Response Strategies*, Report of Working Group II of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Cambridge University Press.

Rosenberg, N.J., Izaurralde, R.C. y Malone, E.L. 1999. Carbon sequestration in soils: science, monitoring and beyond. Proceedings of the St. Michaels Workshop, Diciembre 1998. Battelle Press, Columbus, Ohio.

United Nations Framework Convention on Climate Change. Página oficial de Internet: [www.unfccc.de](http://www.unfccc.de)