



**Proyecto “Fortalecimiento de las capacidades de los encargados de la formulación de políticas para hacer frente al cambio climático”**

**EVALUACION DE LOS FLUJOS DE INVERSION  
Y FINANCIEROS NECESARIOS PARA HACER FRENTE  
AL CAMBIO CLIMÁTICO  
EN EL SECTOR AGROPECUARIO/FORESTAL**

**URUGUAY  
INFORME FINAL**

Daniel Martino

Diciembre, 2011

El proyecto del Grupo de Energía y Medio Ambiente del PNUD, *“Fortalecimiento de las capacidades de los encargados de la formulación de políticas para hacer frente al cambio climático”*, busca fortalecer las capacidades nacionales de los países en desarrollo a fin de fomentar opciones de políticas para hacer frente al cambio climático en los diferentes sectores y actividades económicas. Los objetivos generales del proyecto son dos:

- Aumentar la capacidad nacional de coordinar visiones ministeriales y participar en los procesos de la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio climático (CMNUCC), particularmente en el contexto del Plan de Acción de Bali;
- Evaluar flujos de inversión y de financiamiento para hacer frente al cambio climático para los sectores claves seleccionados y mejorar la capacidad de planificación sectorial para hacer frente al cambio climático.

El proyecto y esta publicación han sido posibles gracias al generoso apoyo de los gobiernos de Noruega, Finlandia, y Suiza, la Fundación Pro Naciones Unidas y el PNUD.

#### **Descargo de responsabilidades**

Las opiniones expresadas en esta publicación son propias de la autora y no necesariamente representan las de Naciones Unidas, incluido el PNUD, o sus Estados Miembros.

1	Introducción .....	4
1.1	<i>Objetivos</i> .....	4
1.2	<i>Antecedentes</i> .....	5
1.2.1	Análisis previos utilizados .....	5
1.2.2	Arreglos institucionales.....	6
1.2.3	Metodología básica y terminología clave .....	6
2	Alcance, datos incorporados y escenarios.....	9
2.1	<i>Enfoque sectorial</i> .....	9
2.2	<i>Datos incorporados y escenarios</i> .....	12
2.2.1	Período de evaluación y parámetros de contabilización de costos .....	12
2.2.2	Enfoque analítico.....	13
2.2.3	Datos históricos de FI, FF y O&M, y subsidios .....	14
2.2.4	Escenario de línea de base .....	19
2.2.5	Escenario con medidas de mitigación y adaptación.....	34
3.	Resultados .....	49
3.1	<i>Cambios incrementales en los flujos de inversión y financieros y en los costos de operación y mantenimiento</i> .....	49
3.2	<i>Implicancias para la formulación de políticas</i> .....	73
3.3	<i>Incertidumbres y limitaciones metodológicas</i> .....	74

## **1 Introducción**

El sector agropecuario/forestal es el principal motor de la economía nacional, siendo la base principal del sector industrial y de la generación de divisas por exportaciones. Es también un creciente demandante de servicios. La protección del sector contra los posibles impactos negativos del cambio climático, así como la implementación de medidas que sean a la vez de adaptación y mitigación, y que contribuyan al mismo tiempo a la seguridad alimentaria son de importancia estratégica.

El cambio climático tiene múltiples interacciones con las actividades agropecuarias y forestales en Uruguay. En primer lugar, los sectores agropecuario y forestal son fuertemente influenciados por el clima, y los cambios que ocurran en éste tienen consecuencias directas sobre dichas actividades. Uruguay se encuentra entre los países con menor grado de vulnerabilidad al cambio climático, pero aún así es necesario implementar medidas para la adaptación a los cambios en el clima que puedan causar efectos negativos.

En segundo término la agricultura (comprendiendo en la misma a la actividad pecuaria) es el principal contribuyente a las emisiones de gases de efecto invernadero del país, con más de 80% del total, siendo la ganadería el responsable por más de 90% de las emisiones sectoriales (DINAMA, 2009). Asimismo, el sector es responsable por la remoción de importantes cantidades de dióxido de carbono atmosférico en biomasa y, en menor medida, en suelos.

En tercer término, el sector tiene un alto potencial para contribuir a la mitigación del cambio climático. Si bien Uruguay tiene una baja contribución relativa a las emisiones globales de gases de efecto invernadero, y el país no tiene una obligación de reducir sus emisiones, igualmente podría contribuir al esfuerzo global de mitigación.

Un aspecto resaltable del sector agropecuario/forestal es el hecho de que en general las medidas de mitigación son a la vez medidas de adaptación. Sin perjuicio de ello, en el presente trabajo se han incluido algunas medidas que son puramente de adaptación o de mitigación.

A diferencia de muchos países en desarrollo, Uruguay no sufre problemas de seguridad alimentaria, sino que es un exportador neto de alimentos. Los efectos del cambio climático se espera que sean particularmente graves en las regiones tropicales, donde la demanda de alimentos crece a mayores tasas. En razón de ello, el rol de Uruguay como proveedor internacional de productos agrícolas y forestales se verá incrementado, por lo cual la adaptación al cambio climático en el agro uruguayo es de interés más allá de las fronteras del país.

Este informe presenta un análisis de los flujos de inversiones y financieros requeridos para afrontar la respuesta al cambio climático en el sector agropecuario de Uruguay, incluyendo en el mismo a las actividades de silvicultura. El análisis no pretende ser exhaustivo en cuanto a la cobertura de todas las medidas posibles, sino que comprende un conjunto de medidas identificadas como las de mayor importancia relativa, aplicables en los subsectores de mayor relevancia económica o los que brindan mayores posibilidades para la implementación de las mismas: carne, leche, agricultura de secano, silvicultura y arroz. Estas medidas tienen un alto grado de coincidencia con aquellas incluidas en el Plan Nacional de Respuesta al Cambio Climático (Uruguay, 2009).

El análisis identifica los flujos de inversión y financieros para el período 2005-2030, discriminando por entidad de inversión y fuente de financiamiento, siguiendo la metodología desarrollada por el PNUD. Dichos flujos son comparados con los de un escenario de referencia, o línea de base para el mismo período.

### **1.1 Objetivos**

El objetivo de este estudio es presentar una estimación de las inversiones que sería necesario implementar en el país en el sector agropecuario/forestal para hacer frente al cambio climático hasta el año 2030. Dada la importancia del sector mencionado en la economía uruguayo y sus impactos en el desarrollo, se decidió considerar las medidas frente al cambio

climático de manera integral, y por lo tanto se toman en cuenta los flujos de inversiones y fondos necesarios tanto para mitigación como para adaptación al cambio climático.

Luego de seleccionadas y analizadas las medidas se obtienen recomendaciones de política, tal que los tomadores de decisiones utilicen esta información como insumo para el desarrollo de políticas, planes y programas que desemboquen en acciones concretas frente al cambio climático y/o en incentivos para su realización.

## **1.2 Antecedentes**

### *1.2.1 Análisis previos utilizados*

Un estudio multidisciplinario desarrollado por científicos de Brasil, Argentina y Uruguay (Giménez 2007) constituye la principal referencia en cuanto a la evaluación de los impactos del cambio climático y la vulnerabilidad de la producción agrícola. Este estudio ha verificado la ocurrencia de cambios en el clima en el país, que se pueden resumir de la siguiente manera: *i)* incremento en la precipitación estival; *ii)* aumento en la temperatura mínima media (todo el año) y disminución en la temperatura máxima media estival; *iii)* reducción en el período con heladas, principalmente a través de un adelantamiento de la fecha de la última helada, reducción en el número de días con heladas y en la severidad de las mismas; y *iv)* un incremento en la variabilidad interanual en algunas de las variables mencionadas.

El mismo estudio desarrolló escenarios climáticos futuros para los próximos años, utilizando un método basado en el uso de un simulador de clima y otro método basado en la aplicación de un modelo de circulación general de la atmósfera. Ambos métodos coincidieron en proyectar incrementos futuros en la precipitación, especialmente en primavera y verano, así como en la temperatura mínima diaria. Ambos difirieron en cuanto al posible comportamiento de las temperaturas máximas diarias, las cuales en un escenario tenderían a aumentar en todo el año, mientras que en el otro tenderían a disminuir durante los meses de verano.

Los incrementos en la precipitación estival, estación en la cual normalmente ocurre un déficit de agua que afecta negativamente a toda la producción agropecuaria, es sin dudas un cambio positivo. Sin embargo, es necesario considerar dicho incremento parece estar asociado con un aumento en la intensidad de las precipitaciones, más que con una mayor frecuencia de las mismas. Esto puede traer como consecuencia una mayor disponibilidad de agua, aunque con una posible menor eficiencia de su utilización.

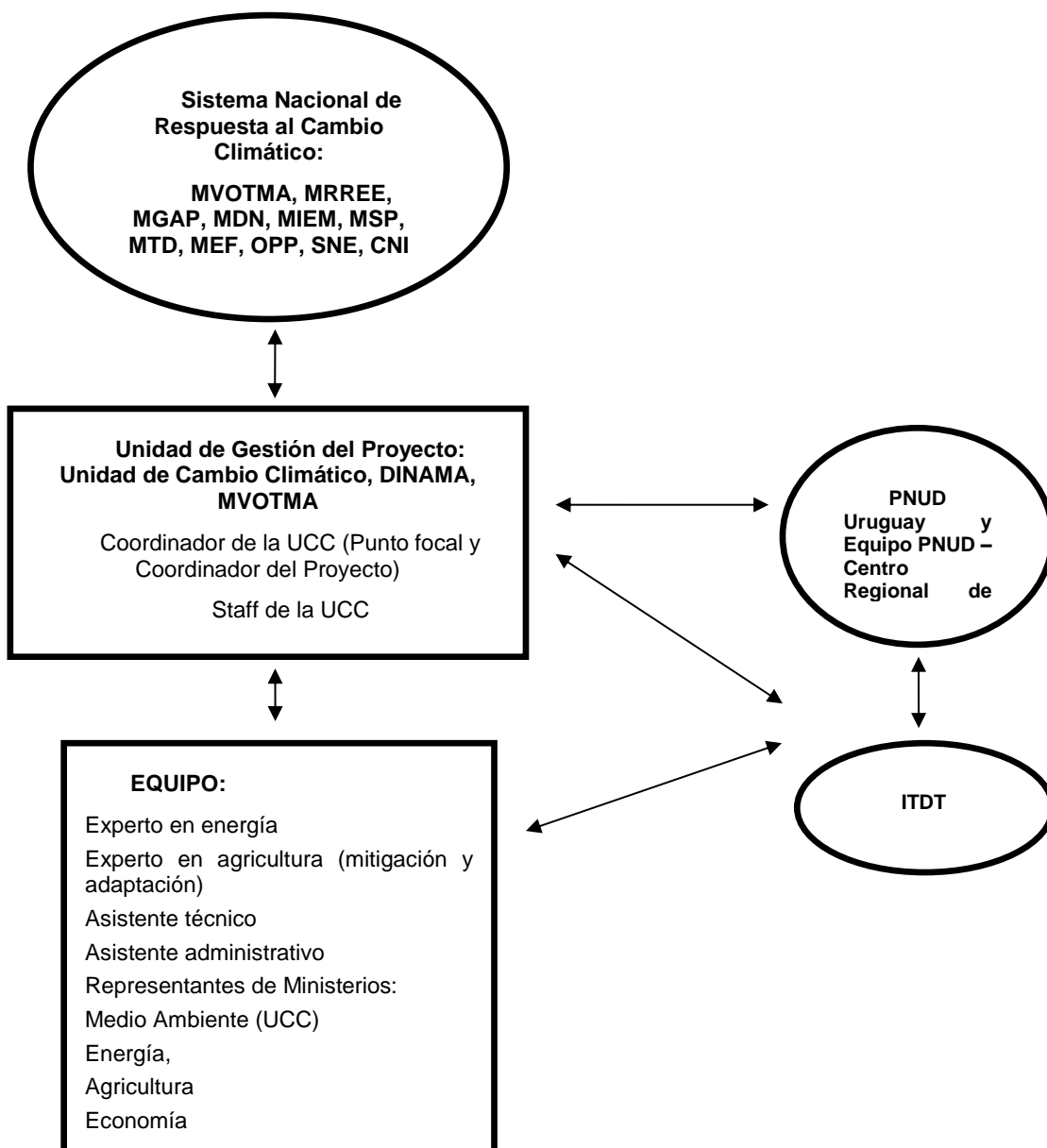
La menor temperatura máxima en verano también sería beneficiosa, tal vez causando una reducción en la evapotranspiración (y por consiguiente logrando una mayor conservación del agua). La contrapartida de ello es una menor radiación solar en verano por mayor nubosidad, lo cual puede ser perjudicial para cultivos bajo riego como el arroz. Los cambios en la temperatura invernal y en el régimen de heladas son también en general positivos para la producción de pasturas y bosques.

Un estudio reciente (Giménez 2008) demostró que los cambios esperados en el clima de Uruguay pueden resultar beneficiosos para la productividad de arroz y de pasturas naturales en Uruguay. En dicho estudio, se estimó que la productividad de arroz en la zona Este (la principal zona arrocería del país) tendría un incremento del orden de 15% en el período 2016-2035 con relación al período 1972-1990. Ello se alinea con las estimaciones realizadas por el IFPRI, que predice para Uruguay aumentos en la productividad de arroz (y también de maíz), debidos al cambio climático, del orden de 25 a 50% durante el siglo XXI (Nelson 2009). Con relación a las pasturas, el estudio del INIA predice un incremento en la productividad, variable según la región, del orden de 4 a 13% en 2016-2035 con respecto a 1972-1990. Corresponde señalar que los estudios mencionados pueden no prever la posible ocurrencia de algunos efectos negativos causados por el cambio climático, como podrían ser, a modo de ejemplo, un eventual incremento en problemas de plagas y enfermedades o una mayor erosividad del suelo por el incremento en las precipitaciones,

### 1.2.2 Arreglos institucionales

El proyecto es gestionado por la Unidad de Cambio Climático (UCC), perteneciente a la Dirección Nacional de Medio Ambiente (DINAMA) del Ministerio de Vivienda, Ordenamiento Territorial y Medio Ambiente (MVOTMA).

Existe un ámbito de gobierno creado en 2009 (Decreto 238/09) para hacer frente de manera integral, transversal y coordinada a la problemática del cambio climático en Uruguay: el Sistema Nacional de Respuesta al Cambio Climático (SNRCC) que está integrado por los Ministerios competentes en la temática, la Oficina de Planeamiento y Presupuesto (OPP), el Sistema Nacional de Emergencias y el Congreso de Intendentes. El SNRCC busca “coordinar y planificar las acciones públicas y privadas necesarias para la prevención de los riesgos, la mitigación y la adaptación al cambio climático.”



### 1.2.3 Metodología básica y terminología clave

La metodología del estudio está basada en la comparación de dos escenarios alternativos hacia el año 2030: el escenario de Línea de Base (LB) frente al escenario de Cambio Climático. El primero refleja la continuación de políticas, planes y programas actuales, sin consideración

de medidas expresas destinadas a enfrentar el cambio climático, y el segundo es un escenario en el cual se abordan de manera explícita medidas de mitigación y/o adaptación al cambio climático. Dada la importancia socioeconómica y ambiental del sector silvo-agropecuario en Uruguay, se decidió realizar un análisis tanto de medidas de mitigación como de adaptación que serían necesarias en un escenario de cambio climático.

Es así que se comparan los costos de inversión de los escenarios de línea de base versus los costos del escenario con medidas (mitigación y adaptación en el sector) para determinar los cambios (incrementos) en las inversiones que son necesarios para mitigar las emisiones debidas al sector y/o adaptarse a los impactos que reciba el sector. En el caso particular de este trabajo, como ya fue explicitado, dada la sinergia entre ambos tipos de medidas en el sector, se ha considerado un escenario global con medidas que abarca tanto las medidas de mitigación como las de adaptación, el cual se compara con el escenario de LB. Tanto las medidas de adaptación como de mitigación están definidas como un porcentaje de las medidas totales consideradas (que suman 100%).

Para realizar el análisis se define un conjunto de categorías: “flujos de inversión”, como el costo del capital de un activo físico nuevo con una vida útil de más de un año; se toman los activos nuevos para la evaluación, ya que se espera que estos tengan impactos sobre el cambio climático durante la vida útil de ese activo. Se consideran las ampliaciones/modificaciones de activos existentes en caso de que se considere que estas conversiones tendrán efectos significativos en el cambio climático. Los “flujos de financiamiento” se refieren a los gastos en medidas programáticas, mientras que los “costos de operación y mantenimiento” (OyM) son tanto costos fijos como variables permanentes asociados a los flujos de inversión; su magnitud varía, pudiendo alcanzar valores significativos durante la vida útil del activo, en relación al valor de la inversión.

Respecto a la fuente de los FI, FF y OyM, se define una “entidad de inversión” como el agente que es responsable de realizar la inversión. En este sentido, se definen las siguientes entidades: hogares, empresas y gobierno. A su vez, estos agentes pueden realizar las inversiones con capital propio, préstamos y/o a través de recibir asistencia.

En el presente estudio se tomó un período de evaluación de 2006 a 2030. Nuestro año base es el primer año del período de evaluación, es decir el primer año de los escenarios de LB y escenario “con medidas”. Se decidió expresar la información económica en dólares constantes directamente como base el año 2005) considerando que Uruguay es una economía semi dolarizada, y así se estimaron los precios en dólares en términos reales durante todo el período. La tasa de descuento utilizada, que es ubica en el rango propuesto por la metodología PNUD, es de un 1%.

Dentro del sector del estudio se decidió incorporar los subsectores de carne, leche, agricultura de secano, silvicultura y arroz. La alta relevancia de estos sub-sectores está dada por su importancia económica tanto por su contribución directa e indirecta al producto nacional, como por ser los responsables de una fracción muy significativa de las exportaciones del país. Estos sub-sectores cuentan con abundante información estadística, técnica y económica, principalmente en el Ministerio de Ganadería, Agricultura y Pesca y en el Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria, que constituyen las principales fuentes de información utilizadas en el presente estudio.

Como etapa previa a la evaluación de las inversiones necesarias para hacer frente al cambio climático en el sector, es importante considerar los flujos de inversiones, financieros y gastos de operación y mantenimiento realizados en años previos a los considerados en el estudio, como una manera de tener una base para la proyección de escenarios futuros. En este caso, y en base a la información disponible (principalmente en la Dirección de Estadísticas Agropecuarias del MGAP, se consideraron seis años (2000 a 2005) como “datos históricos”.

El escenario del LB, como se ha expresado, toma en cuenta los planes sectoriales, nacionales, proyectos públicos y privados que no consideren en forma explícita medidas de adaptación y mitigación al cambio climático. Aquí se ha tomado en cuenta, además de las inversiones que se esperan, la naturaleza, magnitud y cronograma de dichas inversiones. Se

consideraron los costos en dólares de 2005, una vez más, desagregadas por entidad de inversión y fuente del financiamiento, y también se dividen en flujos de inversión, de financiamiento y los costos de OyM asociados a la inversión realizada.

El escenario de cambio climático tiene un tratamiento metodológico análogo, lo que permitirá la comparación de ambos escenarios. Aquí se tomaron en cuenta las prioridades de desarrollo nacional en cuanto a los sectores y subsectores considerados.

Para realizar el cálculo de la inversión necesaria para hacer frente al cambio climático, se toman los datos de FI, FF y OyM de cada uno de los escenarios detallados anteriormente (en valores constantes y actualizados) y se calcula la diferencia entre ambos. Esta información se presenta en forma de tablas claramente desagregadas en los ítems también mencionados anteriormente: entidad de inversión, fuente de financiamiento y además, desagregada por año durante todo el período analizado, en nuestro caso 2006-2030. Los objetivos de la doble presentación de las cifras, que es complementaria a la vez, son: la determinación de cómo cambiarían los flujos de inversión, flujos de financiamiento, y costos de O/M acumulativos; y determinar cómo cambiarían los flujos de inversión, flujos de financiamiento, y costos de OyM anuales.

Una vez obtenidos los resultados monetarios de la comparación de los escenarios, se analizaron las repercusiones en materia de política, es decir, cómo afectan las necesidades de fondos adicionales a las decisiones de inversión, planes, políticas y programas del gobierno, y decisiones de inversión de los agentes privados. Estos estudios pueden arrojar luz, además, sobre cómo encarar las políticas hacia el estímulo de inversiones cuantitativa y cualitativamente diferentes, que los agentes estarían dispuestos a realizar.

En particular, la metodología del PNUD, consta de los siguientes 9 pasos (PNUD, 2009): 1) establecer los principales parámetros de evaluación; 2) recopilar datos históricos de FFI; 3) definir el escenario de línea base; 4) estimar los FFI para el escenario base; 5) definir el escenario de adaptación; 6) estimar los FFI para el escenario de adaptación; 7) estimar los cambios en los FFI para implementar la adaptación; 8) evaluar las implicancias en términos de políticas; y 9) sintetizar los resultados en un reporte.

La metodología del PNUD implicó usar la siguiente terminología:

- **Año base:** Año que se usará para la comparación financiera de las inversiones, que viene a ser el año 2006. Todos los valores monetarios, tanto de las cifras históricas (hasta el año 2006), así como las proyecciones hasta el año 2030 están expresados en dólares constantes al año 2005.
- **Flujos de inversión (FI):** se refieren al costo de capital de un activo físico nuevo (vida útil mayor a 1 año). En el caso de capital existente, según la metodología, se deberían incluir solo los costos de operación y mantenimiento de dicho capital. Para el presente estudio, ha sido difícil identificar los costos de operación y mantenimiento (OyM) asociados a activos del pasado ya que no se cuenta con esta información; en muchos casos se encontró data completa recién desde el año 2001, por lo que no era posible incluir información pasada ni mucho menos identificar qué costos correspondían a activos del pasado.
- **Flujos de financiamiento (FF):** se refieren al gasto de las medidas programáticas en curso; abarcan gastos distintos a los de expansión o instalación de activos físicos nuevos.
- **Costos de operación y mantenimiento (OyM):** son los costos asociados a los activos físicos nuevos que se adquieren con los flujos de inversión.
- Entidades de inversión: son las responsables en la ejecución de la inversión o financiamiento, sean a través de la compra de activos o del desarrollo de programas o planes.
  - **Información histórica:** es la información histórica de inversiones y flujos programáticos realizados en los sectores. Para el sector, el periodo de evaluación histórica es entre los años 2000-2005. Escenario de línea de base: describe las inversiones que el país, incluido sector público, privado y



hogares, realizaría en el sector en el futuro (2030) en una situación normal o habitual, sin considerar políticas de cambio climático.

- **Escenario de adaptación o mitigación:** describe las inversiones que el país, incluido sector público, privado y hogares, realizaría en el sector en el futuro (2030) considerando políticas de cambio climático.
- **Flujo Incremental:** es el diferencial entre la inversión proyectada en el escenario de adaptación o mitigación y el escenario base que determina la necesidad de inversión adicional.
- **Fuentes de los FFI:** se refieren al origen de los fondos aplicados por las entidades de inversión, sean préstamos, recursos propios, nacionales o externos.
- **Tipo de inversión:** es la clasificación de los FFI de acuerdo a su tipo, características o propósito, que permitan comparar ambos escenarios de proyección (infraestructura de extracción, capacitación y sensibilización, etc.)
- **Período de evaluación:** señala el horizonte de tiempo para la evaluación de los flujos futuros, es decir, los 26 años que abarcan los escenarios de línea de base y de adaptación o mitigación (2006 al 2030).

## 2 Alcance, datos incorporados y escenarios

### 2.1 Enfoque sectorial

**La evaluación de los flujos financieros y de inversión (FFI) en el sector agropecuario/forestal, con el consenso del Comité Intersectorial, se enfocó hacia los subsectores siguientes:**

#### **Carne vacuna**

La ganadería vacuna de carne es responsable por aproximadamente un tercio del PBI agropecuario uruguayo, siendo además la base de la principal cadena agroindustrial del país. Además de abastecer la demanda del mercado doméstico, que ostenta uno de los mayores niveles de consumo de carne vacuna per cápita a nivel mundial, es además generadora de exportaciones de carne y cueros que en su conjunto son responsables por un cuarto de las exportaciones totales del país.

Buena parte de la producción ganadera de carne de Uruguay se realiza en condiciones de pastoreo extensivo, con bajas productividades por unidad de superficie de tierra, y con una elevada dependencia de las variables climáticas. La ocurrencia periódica de sequías, una característica del clima de Uruguay, ocasiona fuertes oscilaciones en la producción y mortandad de animales, con consecuencias negativas en la productividad en años subsiguientes.

Según el Plan Nacional de Respuesta al Cambio Climático, en los últimos decenios habría habido una sucesión de sequías en una frecuencia mayor a la que se observó en décadas anteriores. Si bien no es posible atribuir esta creciente frecuencia a un cambio de naturaleza permanente en el clima –en épocas pasadas habría habido eventos similares- igualmente resulta imperioso adoptar medidas para reducir la vulnerabilidad a la variabilidad climática de este subsector tan importante para la economía nacional.

Según el Inventario Nacional de Gases de Efecto Invernadero (DINAMA, 2009), la ganadería de carne fue responsable, en 2004, por la emisión de aproximadamente 22 Tg CO<sub>2</sub>-eq, equivalente a 60% de las emisiones totales del país. Las remociones de dióxido de carbono por mejoramiento de pastizales y siembra de praderas permanentes fueron de 0,5 Tg CO<sub>2</sub>-eq en ese año, compensando así una pequeña fracción de las emisiones.

Expresadas por unidad de producto, las emisiones de 2004, último dato oficial disponible, representaron 43 kg CO<sub>2</sub>-eq por kg de carne vacuna (peso de carcasa). Este alto nivel, asociado principalmente a los bajos índices de productividad (reducidos porcentajes de preñez y destete y elevadas edades de primer entore de vaquillonas y de faena, entre otros), amerita la implementación de acciones de mitigación. Es necesario resaltar que el valor mencionado

corresponde a un promedio que refleja situaciones sumamente variables dentro del país, y que las oportunidades de mitigación serían más importantes en aquellos sistemas con alta intensidad de carbono, que son a la vez los de menor productividad.

Más allá de la reducción de emisiones asociadas a la producción de carne vacuna, existe un importante potencial para el secuestro de carbono en suelos a través del mejoramiento de los pastizales. Se estima que los suelos que se encuentran bajo pastoreo extensivo en Uruguay han perdido aproximadamente 20% de su contenido original de carbono (Piñeiro 2006), y existe la oportunidad de reponer al menos parte del mismo, con claros beneficios para la adaptación y la mitigación.

## **Leche**

La producción de leche vacuna es responsable por aproximadamente 15% del PBI agropecuario. Al igual que la carne, es la base de una importante industria agro-exportadora, que genera divisas por casi 400 millones de dólares anuales, además de abastecer un mercado doméstico con alto nivel de consumo de productos lácteos.

A diferencia de la producción de carne, la lechería presenta un menor grado de vulnerabilidad al cambio climático, debido a que los sistemas de producción empleados en el país tienen un relativamente elevado control de los factores climáticos. Sin embargo, la producción muestra una relativamente elevada variabilidad interanual, con los menores valores en los años de mayores déficits hídricos.

Los datos del inventario nacional de gases de efecto invernadero muestran que la producción de leche en el sector primario fue responsable por la emisión de 1,7 Tg CO<sub>2</sub>-eq, equivalente a 1.2 kg CO<sub>2</sub>-eq por litro de leche. Si bien este valor es relativamente bajo, es aún cerca del doble de los valores observados en los países más industrializados. Al igual que en el caso de la carne, ese valor es un promedio de una diversidad de situaciones existentes en el país, con intensidades de emisiones altamente correlacionadas negativamente con la productividad. Por otra parte, la creciente utilización de lagunas anaerobias para el tratamiento de efluentes de los tambos, fuente de emisiones de metano, determina una tendencia al aumento de las emisiones de gases de efecto invernadero asociadas a la producción de leche.

Si bien la inclusión del sector lechero en el análisis se justifica por su potencial para la mitigación, también es necesario procurar una adaptación a la variabilidad climática y a algunos aspectos particulares del cambio climático como la ocurrencia de temperaturas altas extremas en los meses de verano, las cuales afectan negativamente la productividad. Las medidas de adaptación coinciden con medidas de mitigación.

## **Agricultura de secano**

La agricultura de secano ha sido tradicionalmente una actividad destinada principalmente al abastecimiento del mercado doméstico, con comercialización al exterior de eventuales excedentes. De los principales rubros (trigo, cebada, maíz, girasol y sorgo, soja) solamente la producción de cebada cervecera ha estado en el pasado orientada al mercado externo. Recientemente, la soja ha adquirido un fuerte protagonismo, pasando a ser el principal rubro del sector, con producción destinada principalmente al mercado externo. El trigo, cultivo que complementa a la soja en la rotación, también ha tenido importantes excedentes exportables en los últimos años. En su conjunto, los cereales y oleaginosos de secano son responsables por aproximadamente un tercio del PBI agropecuario, y por un quinto de las exportaciones totales del país.

En el pasado, estos cultivos se realizaban en un sistema de rotación con pasturas, aprovechando la fertilidad residual dejada por éstas, principalmente derivada de la fijación simbiótica de nitrógeno por las leguminosas forrajeras, y facilitando la instalación de las pasturas a través de la siembra simultánea de las mismas con el último cultivo de la secuencia agrícola. Típicamente, se intercalaban en el tiempo ciclos consistentes en 2-4 años de cultivos con 2-4 años de pasturas.

La expansión de la siembra directa y, principalmente, el advenimiento del cultivo de la soja, que en pocos años pasó de ser totalmente marginal a ocupar un área de cientos de miles de hectáreas, causaron un importante cambio en los sistemas de producción de agricultura de secano. Al presente se verifica una fuerte expansión de sistemas puramente agrícolas con rotaciones soja-trigo, soja-cebada y soja continua, eventualmente con otros cultivos intercalados como maíz y sorgo. También se verifica un proceso de conversión de pastizales a tierras agrícolas asociada al crecimiento del área de soja.

La reducción del uso de pasturas en las rotaciones agrícolas y la conversión de pastizales estarían causando una disminución en los niveles de carbono orgánico en los suelos, resultando en emisiones de dióxido de carbono y de óxido nitroso. No existe información estadística sobre la magnitud de estos procesos, por lo que no es posible realizar estimaciones precisas de los volúmenes de gases de efecto invernadero asociados a los mismos. Tampoco resulta posible estimar con precisión el nivel de emisiones por unidad de producto.

En términos generales, es de esperar que el cambio climático tienda a favorecer la productividad de casi todos los cultivos, particularmente los de verano (maíz, sorgo, girasol y soja). Sin embargo, algunas de las tendencias del clima pueden resultar perjudiciales, como la posible mayor variabilidad interanual de las precipitaciones. Asimismo, podría ocurrir cambios en la dinámica de plagas y enfermedades, incluyendo el surgimiento de algunas no existentes o no relevantes en el pasado.

Al igual que para los demás sub-sectores, la existencia de un importante potencial de mitigación en la agricultura de secano es la principal justificación para su inclusión en este análisis. Sin perjuicio de ello, es necesario considerar la necesidad de adaptarse a los cambios en el clima que puedan resultar perjudiciales. La mayoría de las medidas identificadas son a la vez de mitigación y adaptación.

## Arroz

El cultivo del arroz se realiza en su totalidad con riego por inundación, cubriendo anualmente una superficie de tierra inferior a 200.000 ha, sobre la que genera aproximadamente 15% del valor bruto de producción del sector agropecuario. Prácticamente la totalidad de la producción es exportada.

El cambio climático tendería a beneficiar al cultivo de arroz con relación a la productividad medida en rendimientos de grano por unidad de superficie. Sin embargo, es posible identificar algunos elementos de vulnerabilidad del cultivo. Tal vez el más importante de ellos sea la posible mayor variabilidad interanual en la precipitación, que podría limitar la disponibilidad de agua para riego y, por ende, la superficie sembrada en años secos.

El cultivo de arroz produce emisiones de metano por fermentación de materia orgánica en suelos inundados. En 2004, último año para el cual se ha publicado un inventario nacional de gases de efecto invernadero (DINAMA, 2009), las emisiones de metano del arroz fueron de 0,7 Tg CO<sub>2</sub>-eq, cifra que representó algo más de 2% del total de emisiones del país. Medidas por unidad de producto, las emisiones de 2004 fueron del orden de **0,6 kg CO<sub>2</sub>-eq/kg arroz**, y este indicador muestra una clara tendencia decreciente en el tiempo, asociada al aumento en la productividad del cultivo.

El cultivo tiene otras fuentes de emisiones además del metano por fermentación bajo inundación, que determinarían una huella de carbono del sector primario más alta que el valor mencionado. Esas fuentes incluyen: a) las emisiones de metano asociadas a la inundación de nuevas áreas para la construcción de represas; b) pérdidas de stock de carbono orgánico en suelos de pastizales convertidos a cultivo de arroz; c) emisiones de óxido nitroso asociadas a fluctuaciones en el contenido de materia orgánica del suelo debidas a la alternancia de cultivos y pasturas en la rotación dominante; d) emisiones de óxido nitroso asociadas al uso de fertilizantes nitrogenados; y e) emisiones de dióxido de carbono asociadas al uso de combustibles de origen fósil.

La reducción de emisiones del cultivo de arroz no se incluyó como actividad en el escenario con medidas. Sí se la describe brevemente como medida posible en la sección 4.2.4. Por otra parte, el cultivo de arroz es parte de la medida de mitigación identificada como incremento en la rotación entre cultivos y pasturas.

## **Silvicultura**

El sector forestal uruguayo ha tenido un gran impulso en los últimos 20 años como resultado de un marco favorable dado la combinación de tres factores: a) el surgimiento de mercados para la colocación de maderas uruguayas a partir de 1987; b) la implementación de una política de gobierno de promoción de la actividad forestal en el mismo año; y c) la disposición de inversores, tanto uruguayos como extranjeros, para iniciar o adquirir emprendimientos en esta área. Actualmente el área afectada a plantaciones forestales supera el millón de hectáreas, con la peculiaridad de que los suelos utilizados son en su totalidad los que fueron definidos como de prioridad forestal en razón de su marginalidad para la agricultura y la ganadería, además de otras características.

Del área de bosques plantados, aproximadamente tres cuartos es con eucaliptos y un cuarto con pinos. Existe un área de plantaciones con salicáceas que cubre una superficie reducida. Las plantaciones de pino son destinadas a la obtención de productos de madera maciza (trozas aserrables y laminables), en tanto que las plantaciones de eucaliptos se destinan principalmente a la producción de celulosa (aproximadamente dos tercios), siendo el resto destinado a productos de madera maciza.

No existen estudios en Uruguay sobre la vulnerabilidad de la actividad forestal al cambio climático. Uno de los posibles impactos podría ser una mayor ocurrencia de incendios forestales en particular en las zonas costeras del Río de la Plata (al este de Montevideo) y del Océano Atlántico, donde se concentra una intensa actividad turística. Otro posible impacto tiene que ver con la ocurrencia de plagas, principalmente en bosques plantados.

Por otra parte, la plantación de bosques constituye de por sí una medida de adaptación, principalmente a través de su aporte a la regulación del ciclo hidrológico. La plantación de nuevos bosques, por ejemplo en sitios con una vegetación de pradera, implica una reducción en la proporción de escurrimiento superficial con respecto a la precipitación. Esta medida cobra particular relevancia en virtud de que un impacto esperado es el de un fuerte incremento en los volúmenes de escurrimiento superficial en el país.

Los bosques remueven de la atmósfera, en la actualidad, entre 10 y 12 Tg CO<sub>2</sub>/año, a pesar de un importante volumen de madera cosechada. Dicha cifra no considera el incremento de stock en productos elaborados con madera cosechada, el cual podría agregar entre 10 y 20% a la misma si fuera contabilizado.

Existe un considerable potencial de mitigación a través de la expansión de las áreas forestadas. El área plantada hasta el presente cubre aproximadamente 30% de las áreas definidas como de prioridad forestal. Sin embargo, una importante fracción del área remanente presenta limitaciones a la productividad o se encuentra en zonas remotas, alejadas de los mercados. También existe un importante potencial para el establecimiento de plantaciones forestales en pequeñas unidades dentro de establecimientos agrícolas y ganaderos.

## **2.2 Datos incorporados y escenarios**

### *2.2.1 Período de evaluación y parámetros de contabilización de costos*

En función de la disponibilidad de información, se adoptó como base el año 2006 y el análisis se extiende hasta el año 2030.

Con relación a la moneda de análisis, la evaluación de los flujos de inversión y financiamiento se realizó en dólares constantes (2005). A los efectos prácticos y a consecuencia de falta de certidumbre en los valores futuros, se optó por realizar las

estimaciones en dólares constantes, en el entendido que en Uruguay los precios de muchos bienes (y en particular los involucrados en este estudio) se expresan en esa moneda. No se utilizó un índice de precios para deflactar dólares corrientes, sino que se entendió apropiado estimar los valores en dólares en términos reales directamente, considerando como año de referencia al 2005.

Finalmente, con respecto a la tasa de descuento, de acuerdo a las consideraciones que surgen del documento *Evaluación de Flujos de Inversión y Financiamiento. Tasa de descuento – Análisis de sensibilidad (ITDT)*, se supuso una tasa de descuento para la actualización de los FI&F acumulados al año base (2006) de 1% acumulativo anual (real). Según se indica en el documento mencionado, se considera adecuada la utilización de una tasa de descuento en el entorno del 1% y 5% anual para la realización de estudios vinculados a la evaluación de cambio climático.

### 2.2.2 Enfoque analítico

El escenario de referencia (línea de base) fue construido mediante la proyección de tendencias históricas de uso del suelo y de aumento de la productividad por unidad de superficie de tierra (% anual de crecimiento) de los diferentes rubros para el período 2006-2030. El escenario con medidas solamente difiere del escenario de línea de base en los cambios en el uso del suelo y en las prácticas de manejo que definen a las medidas de mitigación y adaptación.

La proyección de uso del suelo para el período 2006-2030 se basó en los siguientes principios generales: a) expansión de las áreas de cultivos agrícolas de 2% anual; b) cambios en el uso del sistema de rotación cultivos-pasturas, con el área relativa de pasturas (con relación al área total bajo el sistema) pasando del 20% actual a 10% en el área de cultivos de secano; y del 50% actual a 32% en sistemas arroceros; c) incremento en las áreas de pasturas mejoradas, asumiendo la continuación del aumento ocurrido durante el período 1995-2005 (21600 ha/año de aumento en el área de pasturas y verdes, y 34700 ha/año en la de mejoramientos extensivos de campo natural); y d) el área forestal aumenta en 63% en 2030 con respecto al nivel de 2005 (668.000 ha), con 77% de la superficie destinada a producción de fibra y 23% a la de productos de madera maciza en el 2030. El escenario con medidas incrementa la intensidad de los cambios en el escenario de base. El aumento en la intensidad de los cambios se definió en base a juicio experto, tomando como referencia la información disponible para cada rubro.

La producción de carne en el escenario de referencia fue definida a partir de los supuestos efectuados sobre evolución de las áreas de campo natural, mejoramientos extensivos y pasturas sembradas. Se tomaron en cuenta estadísticas del Ministerio de Ganadería, Agricultura y Pesca en cuanto a datos históricos de uso y manejo de las áreas bajo pastoreo, la dotación de las distintas categorías de ganado vacuno de carne y la producción de carne por unidad de superficie. Las proyecciones futuras se efectuaron tomando en cuenta esos datos históricos y las proyecciones efectuadas para la evolución de las áreas de pasturas mejoradas. El escenario con medidas se basó en el trabajo de Andregnette y Baethgen (2004) quienes realizaron una proyección de posibles escenarios futuros de producción de carne. El escenario “mejorado” definido por estos autores representa el escenario con medidas.

El escenario de referencia para la producción de leche se definió proyectando la tendencia histórica (1985-2005) de aumento en el número de vacas en ordeño (127% en ese período) y en la eficiencia productiva, medida como la relación entre el número de vacas en ordeño y el de hembras totales (“vacas masa”) de 129% en el período indicado. La tasa de cambio anual fue aumentada en 5% para el escenario con medidas, en base a juicio experto.

Para los cultivos agrícolas, se proyectó hacia el futuro la continuación de la tendencia observada durante el período 1960-2005 en cuanto a productividad. Para el área de los diferentes cultivos se proyectaron tasas de crecimiento anual diferentes, en base a juicio experto, considerando las características de cada uno de los cultivos y de las rotaciones entre los mismos. No hay diferencias entre el escenario de base y con medidas en cuanto a la proyección de áreas y productividad de los diferentes cultivos. La diferencia entre ambos

escenarios radica en la mayor adopción de la rotación entre cultivos y pasturas en el escenario con medidas.

El enfoque en el subsector silvicultura fue similar, en cuanto a que se proyectó para el futuro tasas de crecimiento en el área similares a las históricas, acentuándose las mismas para el caso del escenario con medidas. El factor de aceleración de la tasa de cambio en el escenario con medidas se tomó en base a juicio experto, considerando las limitaciones impuestas por la disponibilidad de suelos de prioridad forestal.

### *2.2.3 Datos históricos de FI, FF y O&M, y subsidios*

Los impactos mencionados en los estudios citados anteriormente tienen un soporte lógico, pero son especulativos, y las conclusiones derivadas de ese análisis pueden estar sujetas a acciones imprevistas de otros factores también afectados por el cambio climático, como por ejemplo, la variabilidad en el clima, con frecuencia creciente de eventos extremos, o la posible mayor incidencia de plagas y otros problemas sanitarios en los cultivos. En particular, un eventual incremento en la frecuencia de sequías se identifica como un posible factor de vulnerabilidad, especialmente para la mayor parte del territorio del país, que se encuentra bajo un sistema de producción ganadera extensiva. La información disponible no es conclusiva en cuanto a una mayor frecuencia de sequías, que siempre ocurrieron de manera periódica en el país.

Para los casos de cultivos de invierno y bosques, no existe información concluyente acerca de los posibles impactos. En el caso de los cultivos de invierno, es posible que la reducción en los excesos hídricos invernales implique beneficios para la implantación de los cultivos, pero el aumento de temperatura en la primavera y una posible mayor ocurrencia de enfermedades puede contrarrestar dichos beneficios. La situación es en cierta forma similar para los bosques, en el sentido de que mayores precipitaciones pueden implicar incrementos en la productividad, aunque también hay un posible mayor riesgo de ocurrencia de enfermedades y plagas.

Como criterio general, se considera que todos los impactos mencionados tienen validez dentro de un rango de calentamiento promedio de la atmósfera de hasta 2°C. A medida que el cambio en la temperatura supere dicho umbral, se asume que ello tendrá un impacto crecientemente negativo.

### *Emisiones de gases de efecto invernadero en el sector agropecuario/ forestal.*

El sector agricultura, forestación y otros usos de la tierra (AFOLU, según sus siglas en inglés) es responsable por la emisión de aproximadamente 30 Tg CO<sub>2</sub>-eq por año<sup>1</sup>, equivalente a más de 80% del total nacional (fig. 1). Estas emisiones muestran una tendencia levemente creciente en el tiempo, habiendo aumentado aproximadamente 10% en los últimos 20 años, aunque con fluctuaciones interanuales relativamente importantes. Dos fuentes (metano de fermentación entérica y óxido nitroso desde los suelos, principalmente a partir de deyecciones de animales en pastoreo) son responsables por la casi totalidad de las emisiones.

Los suelos bajo ganadería, agricultura y forestación muestran una alternancia de años con balance positivo (sumidero neto de carbono) con otros de balance netamente emisor (fig. 2). En promedio, durante el período 1990-2008, los suelos fueron un sumidero neto de 0,4 Tg CO<sub>2</sub>/año. Los máximos valores de remoción de carbono ocurrieron entre 1997 y 2001 (excepto el año 2000), asociado a un importante incremento en el área de praderas sembradas. En los años posteriores a ese período, si bien el área de praderas y mejoramientos de pastizales se mantuvo en altos niveles, la expansión e intensificación de la agricultura habría causado emisiones que compensaron las remociones. Y en los últimos años de la serie se insinúa un saldo emisor neto, ligado a una leve disminución en el área de praderas sembradas a la vez que continuó el aumento en las áreas cultivadas.

---

<sup>1</sup> 1 Tg es igual a un millón de toneladas

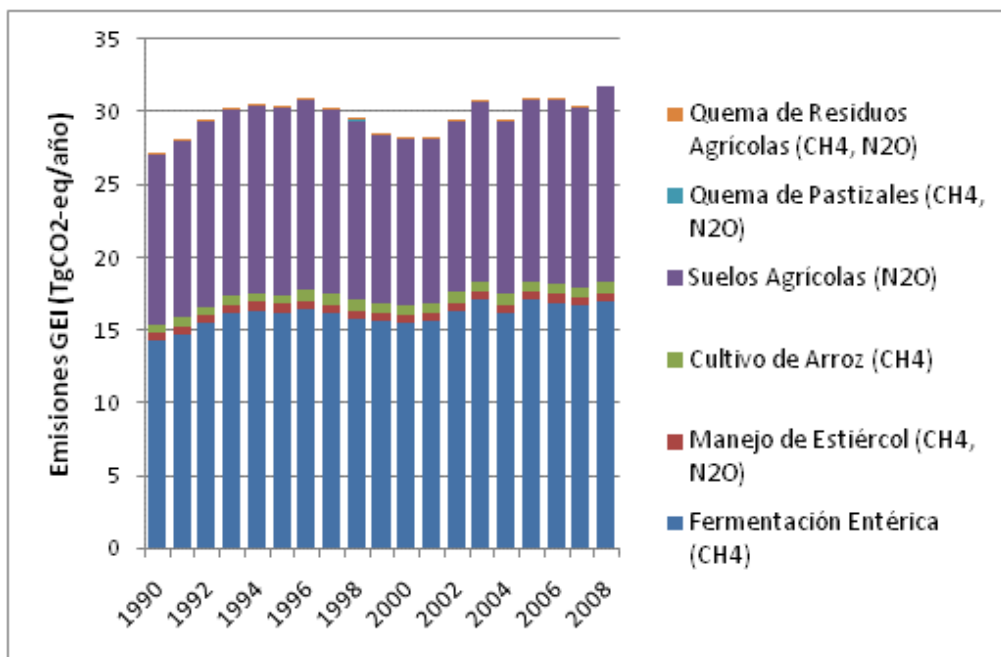


Figura 1. Evolución de las emisiones de gases de efecto invernadero de las diferentes fuentes del sector agricultura en Uruguay durante el período 1990-2008 (Martino, sin publicar)

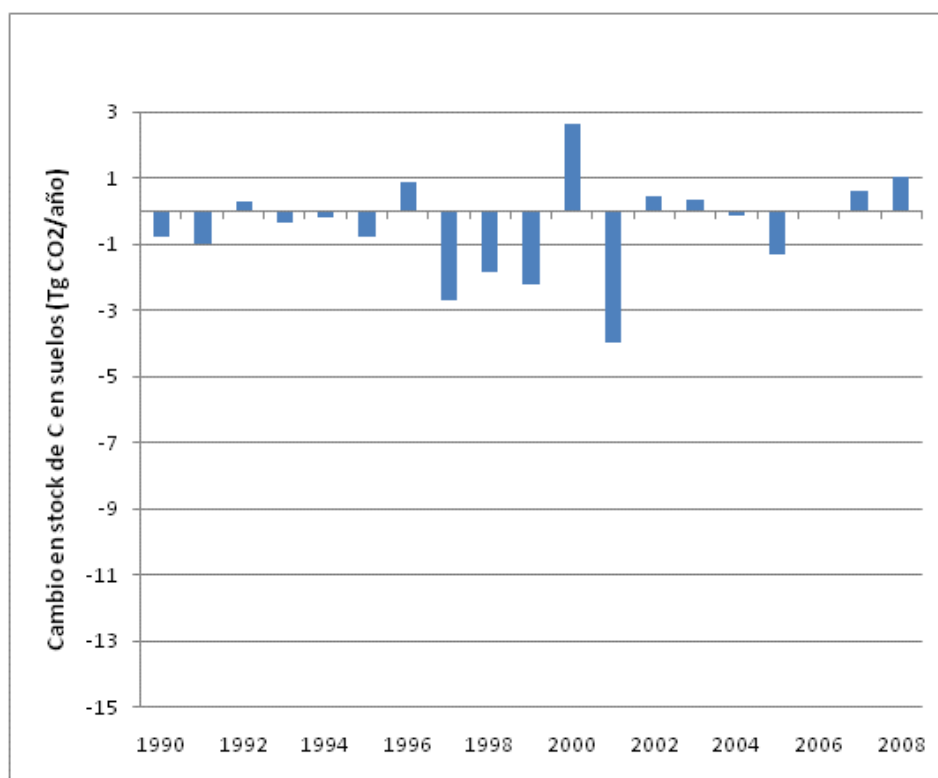
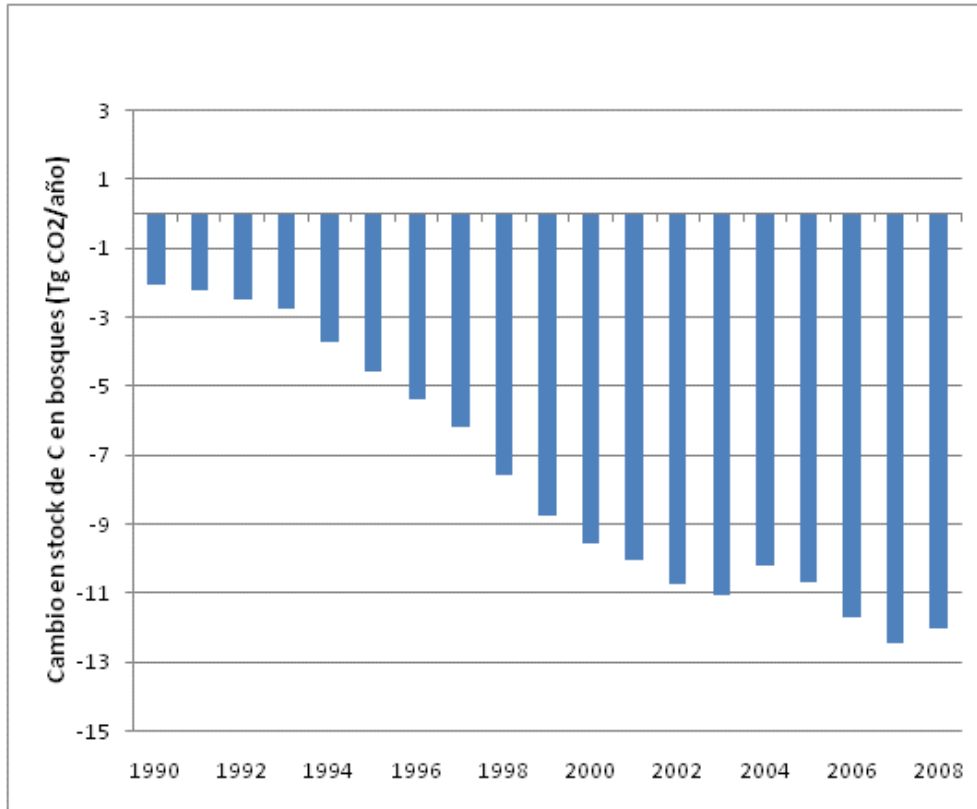


Figura 2. Evolución de los cambios de stock en el carbono orgánico de los suelos de Uruguay durante el período 1990-2008. Los valores positivos indican emisiones netas y los negativos remociones netas anuales de dióxido de carbono (Martino, sin publicar).

Los bosques son un importante sumidero neto (fig. 3). La remoción neta de dióxido de carbono por los mismos aumentó fuertemente durante la serie temporal 1990-2008, habiendo alcanzado un valor máximo en el año 2007 (12 Tg CO<sub>2</sub>/año). En los primeros años el incremento en el monto total de remociones se fue incrementando progresivamente debido al efecto combinado del aumento en el área plantada y del crecimiento de los árboles. En los últimos años, el volumen del sumidero neto ha tendido a estabilizarse debido a la remoción de

madera cosechada. Es de esperar que en el futuro, en la medida en que cese la expansión del área de plantaciones, el tamaño del sumidero se vaya reduciendo progresivamente hasta desaparecer.



**Figura 3.** Evolución de las remociones netas de dióxido de carbono por los bosques, incluyendo monte nativo y plantaciones forestales, durante el período 1990-2008 (Martino, sin publicar).

En los cuadros 1, 2 y 3 se presentan los datos de flujos de inversión y financieros y de gastos de operación y mantenimiento para las actividades comprendidas en cada uno de los grupos de medidas durante el período 2000-2005.



**Cuadro 1.** Estimación de flujos de fondos e inversiones y gastos de operación y mantenimiento (miles de US\$ de 2005) en los sectores de **carne y leche vacuna** durante el período histórico 2000-2005.

		Año 2000:			Año 2001			Año 2002			Año 2003			Año 2004			Año 2005		
		FI	FF	OyM	FI	FF	OyM	FI	FF	OyM	FI	FF	OyM	FI	FF	OyM	FI	FF	OyM
<b>Hogares</b>	Nacional																		
	Total																		
<b>Empresas</b>	Nacionales	471288	848	450007	483074	1336	483432	492914	1632	455766	506834	1603	448046	515271	1861	448800	524865	2100	459389
	Extranjeras	58771	255	23685	65879	401	30857	72812	490	34305	80424	481	38960	87193	558	44387	94102	630	51043
	Total	530059	1103	473692	548953	1737	514290	565725	2122	490071	587258	2083	487006	602464	2420	493187	618967	2730	510433
<b>Gobierno</b>	Nacional	0	16060	0	0	17012	0	0	16893	0	0	17188	0	0	17530	0	0	18070	0
	Extranjeros	0	2262	0	0	1670	0	0	1088	0	0	1068	0	0	517	0	0	0	0
	Total	0	18322	0	0	18682	0	0	17981	0	0	18257	0	0	18047	0	0	18070	0
<b>Total</b>		<b>530059</b>	<b>19425</b>	<b>473692</b>	<b>548953</b>	<b>20419</b>	<b>514290</b>	<b>565725</b>	<b>20103</b>	<b>490071</b>	<b>587258</b>	<b>20340</b>	<b>487006</b>	<b>602464</b>	<b>20467</b>	<b>493187</b>	<b>618967</b>	<b>20800</b>	<b>510433</b>
		<b>1023176</b>			<b>1083662</b>			<b>1075899</b>			<b>1094605</b>			<b>1116118</b>			<b>1150200</b>		

**Cuadro 2** Estimación de flujos de fondos e inversiones y gastos de operación y mantenimiento (miles de US\$ de 2005) en el sector **cultivos cerealeros y oleaginosos** (incluyendo los componentes ganaderos asociados) durante el período histórico 2000-2005.

		Año 2000			Año 2001			Año 2002			Año 2003			Año 2004			Año 2005		
		FI	FF	OyM	FI	FF	OyM	FI	FF	OyM	FI	FF	OyM	FI	FF	OyM	FI	FF	OyM
<b>Hogares</b>	Nacional																		
	Total																		
<b>Empresas</b>	Nacionales	284797	1697	586279	306856	1670	564178	328580	1632	645645	353928	1603	688408	376226	1551	727044	399924	1500	583218
	Extranjeras	67681	566	30857	73207	557	36011	78675	544	48597	85029	534	59862	90668	517	71905	96657	500	64802
	Total	352478	2262	617136	380063	2227	600189	407255	2176	694242	438957	2137	748270	466894	2068	798950	496582	2000	648019
<b>Gobierno</b>	Nacional	0	15514	0	0	15684	0	0	17624	0	0	18996	0	0	20254	0	0	18314	0
	Extranjeros	0	566	0	0	557	0	0	272	0	0	267	0	0	259	0	0	250	0
	Total	0	16079	0	0	16241	0	0	17896	0	0	19263	0	0	20512	0	0	18564	0
<b>Total</b>		<b>352478</b>	<b>18342</b>	<b>617136</b>	<b>380063</b>	<b>18468</b>	<b>600189</b>	<b>407255</b>	<b>20072</b>	<b>694242</b>	<b>438957</b>	<b>21399</b>	<b>748270</b>	<b>466894</b>	<b>22580</b>	<b>798950</b>	<b>496582</b>	<b>20564</b>	<b>648019</b>
		<b>987956</b>			<b>998720</b>			<b>1121569</b>			<b>1208627</b>			<b>1288425</b>			<b>1165165</b>		

**Cuadro 3.** Estimación de flujos de fondos e inversiones y gastos de operación y mantenimiento (miles de US\$ de 2005) en el sector **silvicultura** durante el período histórico 2000-2005.

		Año 2000			Año 2001			Año 2002			Año 2003			Año 2004			Año 2005		
		FI	FF	OyM	FI	FF	OyM	FI	FF	OyM	FI	FF	OyM	FI	FF	OyM	FI	FF	OyM
<b>Hogares</b>	Nacional																		
	Total																		
<b>Empresas</b>	Nacionales	18371	57	16277	15839	89	19091	13651	109	20013	17732	107	20589	15825	124	18613	10671	140	12286
	Extranjeras	24891	566	21715	25225	891	31662	25670	1088	41524	43831	1068	54629	49752	1241	64319	61021	1400	85157
	Total	43263	622	37992	41064	980	50752	39321	1197	61537	61563	1175	75218	65576	1365	82932	71692	1540	97443
<b>Gobierno</b>	Nacional	1712	545	4066	5373	896	4284	2725	1030	4382	1232	1218	4478	1596	1169	4579	3643	1122	4784
	Extranjeros	0	2262	0	0	1670	0	0	1088	0	0	1068	0	0	517	0	0	0	0
	Total	1712	2808	4066	5373	2567	4284	2725	2118	4382	1232	2287	4478	1596	1686	4579	3643	1122	4784
<b>Total</b>		<b>44974</b>	<b>3430</b>	<b>42057</b>	<b>46437</b>	<b>3546</b>	<b>55036</b>	<b>42046</b>	<b>3315</b>	<b>65918</b>	<b>62796</b>	<b>3462</b>	<b>79696</b>	<b>67172</b>	<b>3051</b>	<b>87511</b>	<b>75334</b>	<b>2662</b>	<b>102227</b>
		<b>90461</b>			<b>105020</b>			<b>111279</b>			<b>145954</b>			<b>157734</b>			<b>180223</b>		

#### 2.2.4 Escenario de línea de base

Para la estimación de los flujos de inversión y financieros se definieron dos escenarios para el período 2005-2030: uno de referencia o línea de base y un escenario con las medidas de mitigación y adaptación seleccionadas. El escenario de referencia se definió en base a la familia de escenarios SRES A2 del IPCC (IPCC 2000). Los escenarios SRES del IPCC se clasifican en cuatro grandes familias (A1, A2, B1, B2), cada una de ellas agrupando a los diferentes casos con características comunes. Dichas familias se definen en función de posibles tendencias socio-económicas y del balance entre desarrollo económico y conservación. Estas familias han sido descritas en sus rasgos generales por el IPCC.

En términos generales, los escenarios A2 representan un mundo en el cual predominan las fuerzas que impulsan el crecimiento económico sobre las fuerzas conservacionistas, aunque dicho crecimiento se realiza de manera heterogénea, persistiendo una clara diferenciación en el grado de desarrollo de las diferentes regiones y países. Las barreras al comercio internacional y al flujo de capitales persisten, y los desarrollos tecnológicos están enfocados a la maximización de los retornos del capital, sin contemplar demasiado la sostenibilidad de los sistemas productivos. En este grupo de escenarios, las tasas de fertilidad se mantienen relativamente elevadas, lo cual, combinado con un progresivo enriquecimiento económico de las clases bajas en las economías emergentes, impone una creciente presión sobre los recursos naturales para la producción de alimentos y fibras. Los combustibles fósiles continúan siendo la principal fuente de energía, inclusive con un creciente uso de carbón, el combustible fósil con mayores emisiones por unidad de energía producida. Este escenario se alimenta a sí mismo en el sentido de que las emisiones de gases de efecto invernadero continúan creciendo de manera acelerada, especialmente en las economías en desarrollo, que son a su vez las de mayor vulnerabilidad al cambio climático.

Bajo los escenarios de la familia A2, la producción de alimentos se basa en un número cada vez más reducido de países, generalmente ubicados en altas latitudes, mientras que los países menos desarrollados, ubicados generalmente en las regiones tropicales, son cada vez más deficitarios en alimentos y presentan una creciente dependencia de importaciones para la satisfacción de sus necesidades básicas. Si bien el mundo bajo el escenario A2 está poco integrado, el flujo internacional de *commodities* se acelera con el tiempo. La escasez de alimentos y de agua en algunas regiones conduce a una creciente frecuencia de conflictos bélicos, guerras civiles, refugiados y hambrunas, así como a la proliferación de enfermedades.

Frente a esta definición general, este estudio asume que el sector agropecuario y forestal uruguayo, que tiene un altísimo potencial para incrementar sus volúmenes de producción y que además tiene una fuerte vocación exportadora, recibirá las señales de la creciente demanda internacional de fibras y alimentos, y responderá con fuertes cambios en sus sistemas productivos. En particular, el área ocupada por pasturas "naturales" bajo sistemas de ganadería extensiva de muy baja productividad, que constituye cerca de dos tercios del territorio, es la que experimentará las mayores transformaciones, mediante un proceso de intensificación inédito en la historia del país.

Uruguay continuará siendo un fuerte exportador de *commodities* agropecuarias y un creciente exportador de productos de madera. La persistencia de medidas proteccionistas, principalmente en los países industrializados, significará que la gran mayoría de las exportaciones de Uruguay seguirán siendo de bajo valor agregado nacional. El grado de industrialización estará acotado a procesos de transformación primaria que agreguen el valor necesario para compensar el costo de los fletes internacionales.

El escenario de referencia básicamente representa una continuación, e inclusive una aceleración de procesos que ya han comenzado a ocurrir en el último decenio. Estos incluyen la intensificación de la producción de carne y de leche, la expansión de las áreas bajo cultivos agrícolas, y la expansión de los bosques plantados.

La intensificación de los sistemas de producción de carne es una respuesta inevitable frente a la creciente demanda internacional y a la valorización del recurso tierra. Los sistemas de producción continuarán siendo de fuerte base pastoril, aprovechando las cualidades de los

recursos naturales del país y las posibilidades de acceder a nichos de mercado que valoran este tipo de producción. Sin embargo, es de esperar un moderado crecimiento de la producción de carne en condiciones de encierro, en base a forrajes conservados y raciones. Este último proceso se asocia fuertemente con el crecimiento de la agricultura y el eventual desarrollo de una industria oleaginosa –justificada por la alta disponibilidad de grano de soja- con producción de concentrados proteicos.

Bajo el escenario de referencia, la producción de leche también pasa por un proceso de intensificación, con un incremento en el tamaño de las explotaciones y una intensificación de la base forrajera, frecuentemente con adopción de sistemas de riego, principalmente como medida de adaptación frente a la variabilidad climática.

En la agricultura, continuará la fuerte expansión del cultivo de soja, tanto en cuanto al área sembrada como en su cobertura territorial. La demanda de este producto continuará multiplicándose en los próximos años, y Uruguay tiene claras ventajas competitivas para su producción. El crecimiento de la soja trae consigo un fuerte crecimiento del área de otros cultivos, principalmente el trigo, que forman parte necesaria de la rotación de cultivos. Los sistemas agrícolas continuarán desacoplándose de los ganaderos, y la rotación de cultivos y pasturas, una forma tradicional de producción agrícola en el país, se reducirá a una pequeña fracción del área total de cultivos. La mayor disponibilidad de agua, principalmente en los meses de verano, debida al cambio climático hará posible una expansión moderada del cultivo de arroz. Asimismo, la expansión de la agricultura incluye una creciente adopción de sistemas de riego para cultivos como el maíz.

Finalmente, el proceso de conversión de pastizales a bosques continuará ocurriendo hasta cubrir una fracción significativa de las áreas definidas como de prioridad forestal. En la actualidad, los bosques plantados cubren aproximadamente 30% de dicha área, y existe un considerable potencial para su expansión. La presencia de importantes empresas multinacionales en el país asegura la ocurrencia de dicha expansión, y también la atracción de otras empresas. La fuerte y creciente demanda de celulosa incidirá para la continuación de los sistemas de producción basados en plantaciones de eucalipto de turnos cortos de cosecha, quedando las plantaciones de turnos más largos (que permiten obtener productos con mayor valor agregado potencial) reducidas a aquellas empresas que tienen inversiones industriales en este tipo de productos.

*Parámetros sub-sectoriales en el escenario de línea de base*

## **Uso del suelo**

En el escenario de línea de base se espera una disminución progresiva en el área de los pastizales naturales, y aumentos progresivos en las áreas de pastizales mejorados (tanto mediante la introducción de especies con fertilización o mediante el uso de solamente fertilizantes); de praderas y verdeos; de cultivos (tanto de secano como arrozales); y de bosques plantados. (fig. 4, cuadro 4).

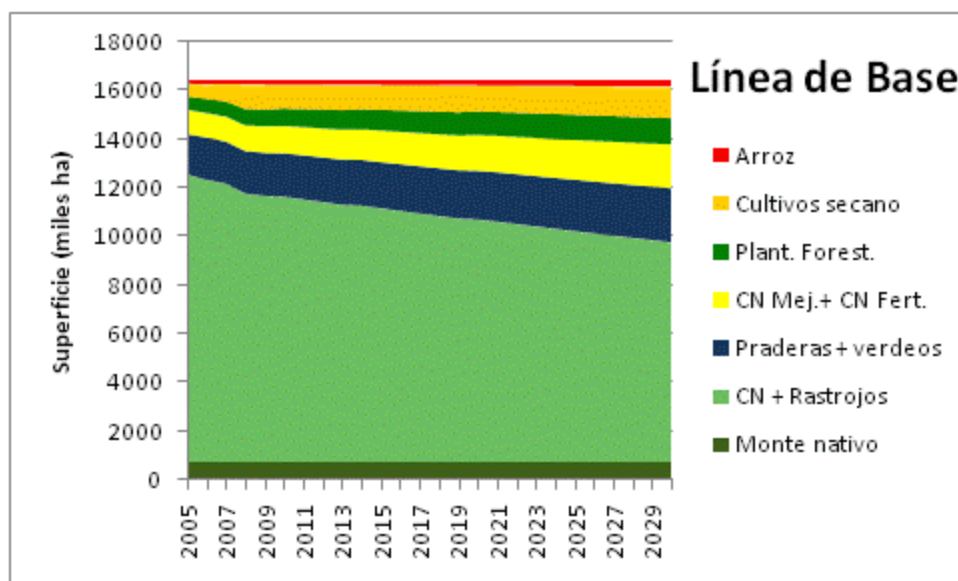


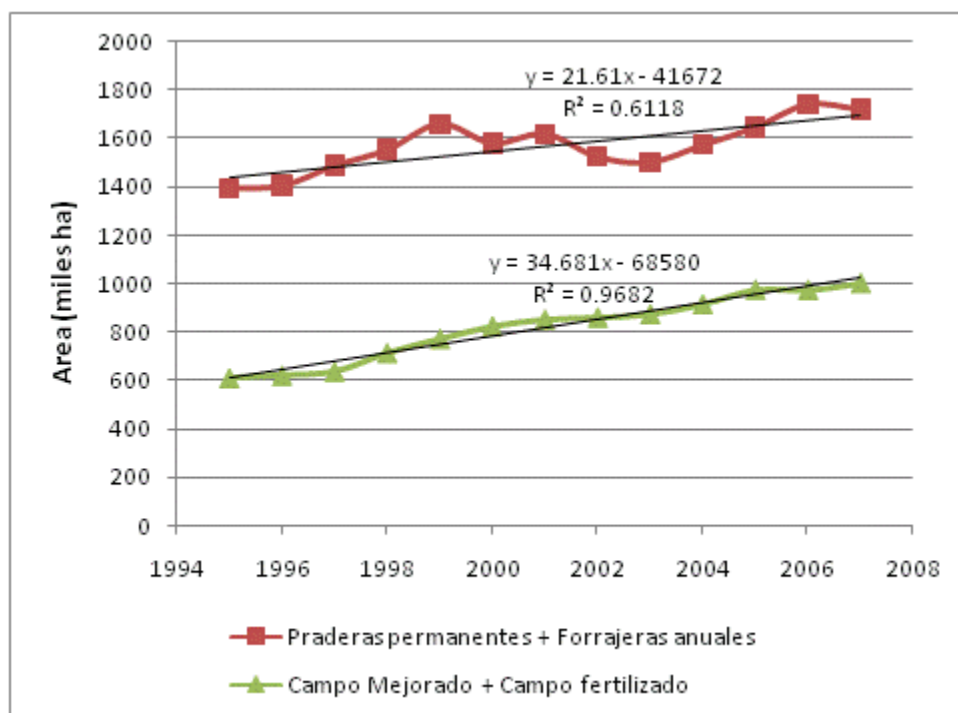
Figura 4. Evolución proyectada de las áreas de tierra bajo los principales tipos de uso del suelo en el escenario de referencia. Significado de abreviaciones: “Plant. Forest.” significa “plantaciones forestales”; “CN Mej.+CN Fert.” significa “campo natural mejorado + campo natural fertilizado”; “CN + Rastrojos” significa “campo natural o pastizales naturales + rastrojos”.

Cuadro 4. Superficie de tierra (miles de hectáreas) bajo diferentes usos principales en el presente y en los años 2020 y 2030, para el escenario de línea de base. Notas: 1) una fracción de las áreas de praderas y verdeos se encuentra en rotación con cultivos de secano y arroz; 2) el área de cultivos de secano no necesariamente coincide con la sumatoria de las áreas sembradas de cada cultivo, debido a que frecuentemente se siembran dos cultivos en un año.

Uso del suelo	Actual	Línea de base	
	2010	2020	2030
Pastizales naturales	10715	9963	9023
Pastizales naturales mejorados	1210	1453	1800
Praderas y verdeos	1850	2001	2217
Bosques naturales	760	760	760
Bosques plantados	715	955	1054
Cultivos de secano	973	1053	1284
Arroz	177	216	263
<b>Total</b>	<b>16400</b>	<b>16400</b>	<b>16400</b>

Para la cuantificación del uso del suelo se efectuaron los siguientes supuestos:

- La expansión del área de mejoramientos de pastizales y de pasturas y verdeos en este escenario continuará en el futuro a un ritmo lineal e igual al observado en el período 1995-2007: 34.700 y 21.600 ha/año, respectivamente (fig. 5).
- El incremento anual en el área de plantaciones forestales, que fue de aproximadamente 35.000 ha en promedio de los últimos diez años, se asume que se irá reduciendo progresivamente, pasando a 20.000 ha/año en 2020 y a 3.000 ha/año en 2030.
- El área bajo cultivo de arroz se expande a razón de 4.000-5.000 ha/año. El área de cada uno de los cultivos de secano se expande a razón de 2% por año.
- El área de monte nativo se mantiene constante.
- El área de pastizales naturales sin mejoramiento ni fertilización se estima como el área residual luego de computar todos los incrementos mencionados arriba.



**Figura 5.** Evolución histórica de las áreas (miles de hectáreas) de praderas y verdes, por un lado, y de mejoramientos de campo natural, por otro. Fuente: DIEA, MGAP.

### Carne vacuna

Para la definición del escenario de base se asumió que dicho escenario es equivalente al escenario potencial definido por INAC/FUCREA en un estudio realizado para determinar la potencialidad productiva del sector de ganadería de carne vacuna en el país (Andregnette y Baethgen, 2004).

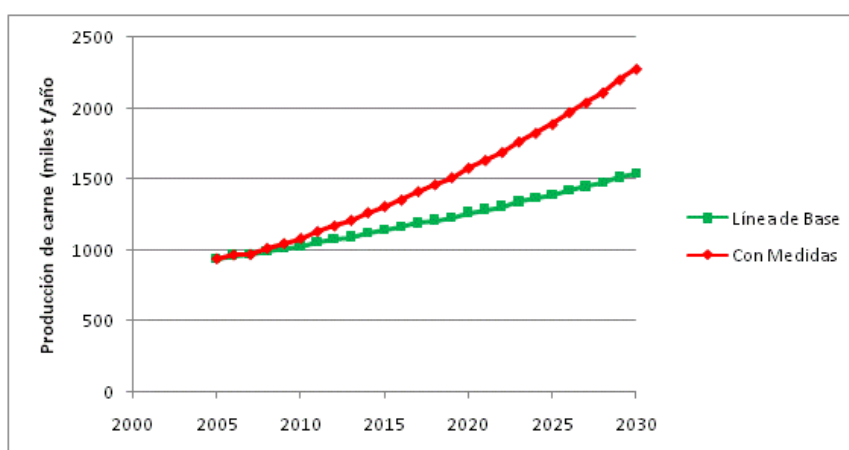
Las estimaciones de stock de ganado y productividad se realizaron en base a los supuestos efectuados con relación a la evolución del área de pasturas mejoradas y sembradas, así como con aquellos relacionados a la evolución de los sistemas más intensivos. Los principales parámetros relacionados con la productividad se presentan en los cuadros 5 y 6. La evolución de la producción de carne se muestra en la figura 6.

**Cuadro 5.** Principales parámetros supuestos para la producción de carne.

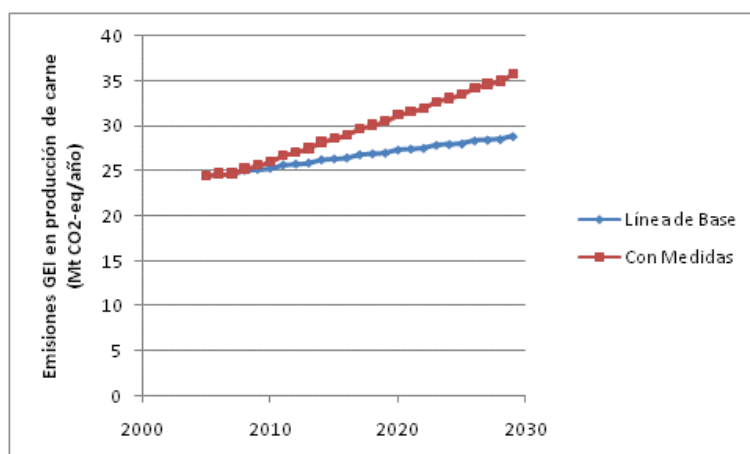
Parámetro	2007	2030
Área de pastoreo (Mha)	14,2	13
Fracción del área de pastoreo como pastizal natural (%)	81	69
Stock vacuno de carne (millones de cabezas)	11,4	13,6
Faena (kt de peso vivo/año)	968	1542
Productividad (kg carne/ha)	68	118
Productividad (kg carne/cabeza)	85	114
Emisiones totales de GEI (Mt CO <sub>2</sub> -eq/año)	24,9	28,9
Emisiones por producto (kg CO <sub>2</sub> -eq/kg peso vivo)	25,8	22,1

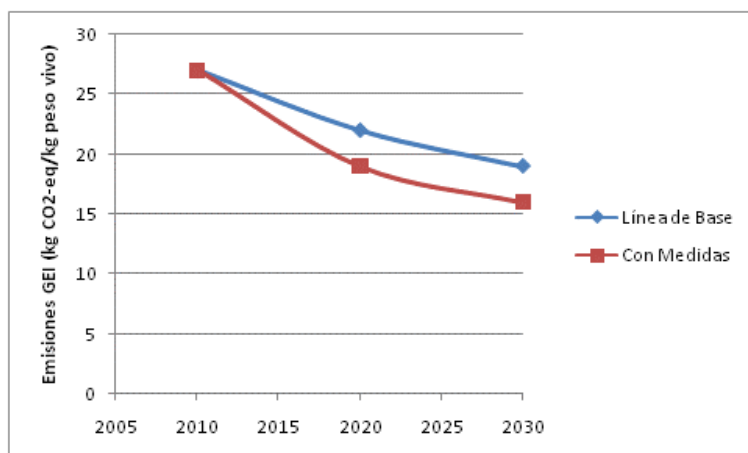
**Cuadro 6.** Composición del rodeo y ganancia diaria de peso promedio para cada categoría en 2007 y en 2030.

Categoría	Composición del rodeo (%)		Ganancia de peso vivo (kg/día)	
	2007	2030	2007	2030
Toros	1,4	1,1	0,25	0,25
Vacas de cría	36,3	32,7	0,1	0,19
Vacas y vaquillonas de invernada	4,2	6,3	0,33	0,45
Novillos 3 años	6	0,2	0,31	0,44
Novillos 2-3 años	7,6	4,6	0,35	0,46
Novillos 1-2 años	9,2	10,3	0,37	0,49
Vaquillonas >2 años	3,9	0,3	0,32	0,45
Vaquillonas 1-2 años	9,5	14,5	0,22	0,31
Terberos	21,9	29,9	0,3	0,33
<b>Total/Promedio</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>0,23</b>	<b>0,31</b>



**Figura 6.** Producción de carne (miles de toneladas de peso vivo por año) proyectadas para el escenario de base y el escenario con medidas en el período 2005-2030.





**Figura 7.** Evolución de las emisiones de gases de efecto invernadero asociadas a la producción de carne vacuna en cada uno de los escenarios durante el período 2005-2030 (figura superior). Evolución de las emisiones por unidad de producto durante el mismo período (figura inferior).

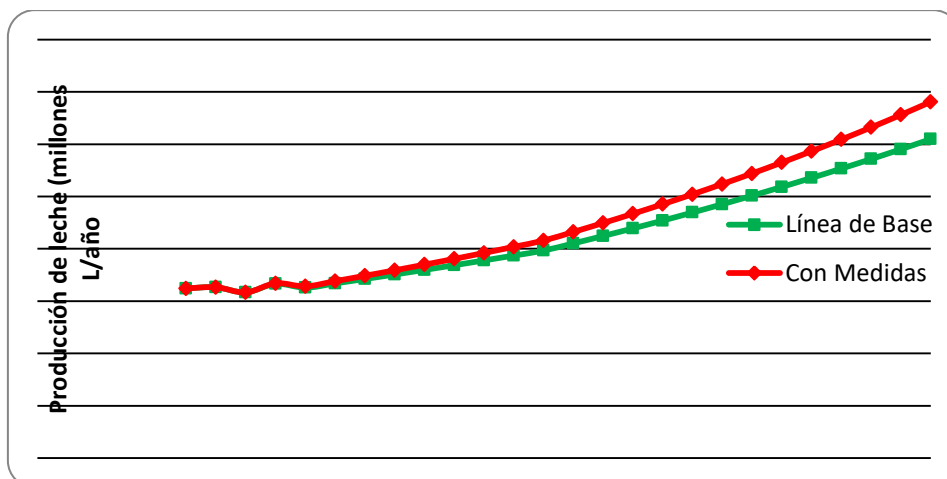
## Leche

Los escenarios se construyeron a partir de las tendencias históricas. La población de vacas en ordeño, que durante los últimos 10 años aumentó a una tasa anual de aproximadamente 3%, se asumió que continuará su tendencia creciente aunque a tasas más reducidas, en particular un 2% para el escenario de base. La productividad por vaca en ordeño aumentó de 9 a 15 litros por día en el período entre 1985 y 2005 (MGAP-DIEA). Se asume que la productividad continuará creciendo hasta 2030, en este escenario a un 2% anual. A su vez, la relación vacas en ordeño/vacas masa también aumentó marcadamente en los últimos 10 años (aproximadamente de 0,6 a 0,7). Se asume que dicha relación se incrementará hasta alcanzar antes de 2020 un valor de 0,81, en el cual se estabilizará. El cuadro 7 y la figura 8 resumen los principales parámetros para la producción lechera y sus emisiones de gases de efecto invernadero.

**Cuadro 7.** Parámetros asumidos para producción lechera, y emisiones de gases de efecto invernadero estimadas.

Parámetro	2010	2020	2030
Vacas en ordeño (miles)	304	348	393
Vacas en ordeño/vacas masa	0,74	0,81	0,81
Productividad (L/vaca masa/año)	4150	5077	6250
Producción (millones L/ año)	1680	2175	3048
Emisiones de GEI (Mt CO <sub>2</sub> -eq/año)	1,82	2,15	2,68
Emisiones por producto (kg CO <sub>2</sub> -eq/L)	1,1	1,0	0,9



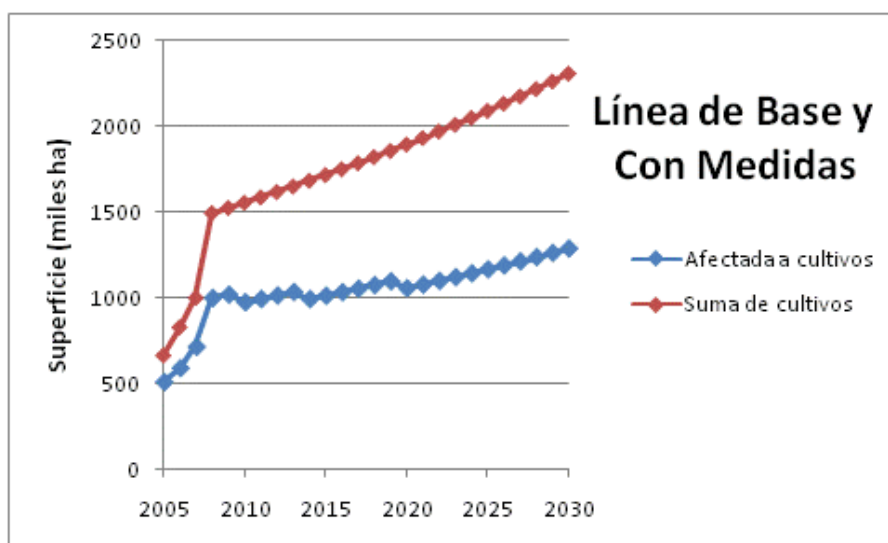


**Figura 8.** Proyección de la producción total de leche durante el período 2005-2030 para los dos escenarios.

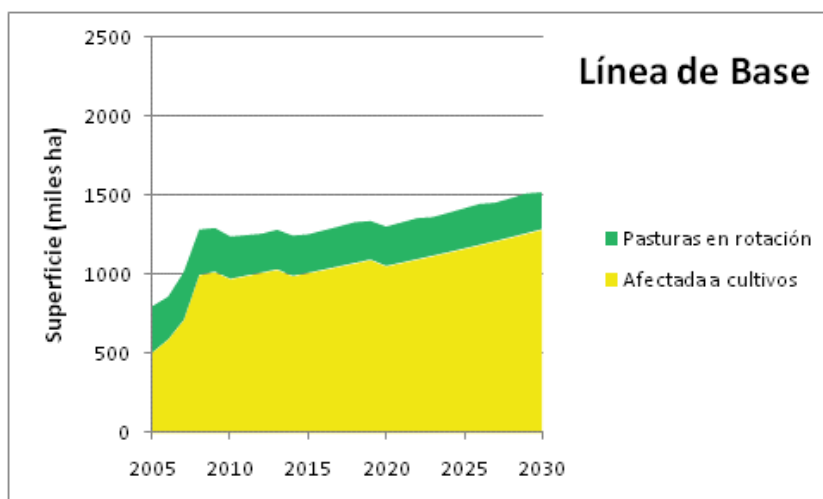
### Agricultura de secano

En primer término se definió el uso del suelo en términos de la intensidad agrícola de los sistemas de producción. La misma es el resultado de la combinación del número de cultivos por año y de la proporción de pasturas sembradas en la rotación. El fuerte crecimiento de la soja de los últimos años ha resultado en una reducción en la extensión del área de pasturas en la rotación. En cierta medida, también ha causado un aumento en el número de cultivos sembrados anualmente en un determinado sitio.

La figura 9 muestra la evolución proyectada del área sembrada con cultivos y del área afectada a cultivos. La separación entre ambas curvas indica una tendencia hacia la intensificación a través de un creciente número de cultivos por año. La figura 10 muestra la evolución del área afectada a agricultura de secano, discriminando el área afectada a cultivos y a pasturas en cada año. De la misma manera, la tendencia a disminuir la fracción con pasturas en el escenario de base muestra una tendencia a la intensificación agrícola a través de un menor uso de la rotación con pasturas. El cuadro 8 resume los principales parámetros relacionados con la intensificación agrícola.



**Figura 9.** Evolución del área afectada a cultivos agrícolas de secano y de la suma del área sembrada con los principales cultivos agrícolas de secano durante el período 2005-2030. Los mismos datos se aplican a ambos escenarios. Fuentes: DIEA y juicio experto.

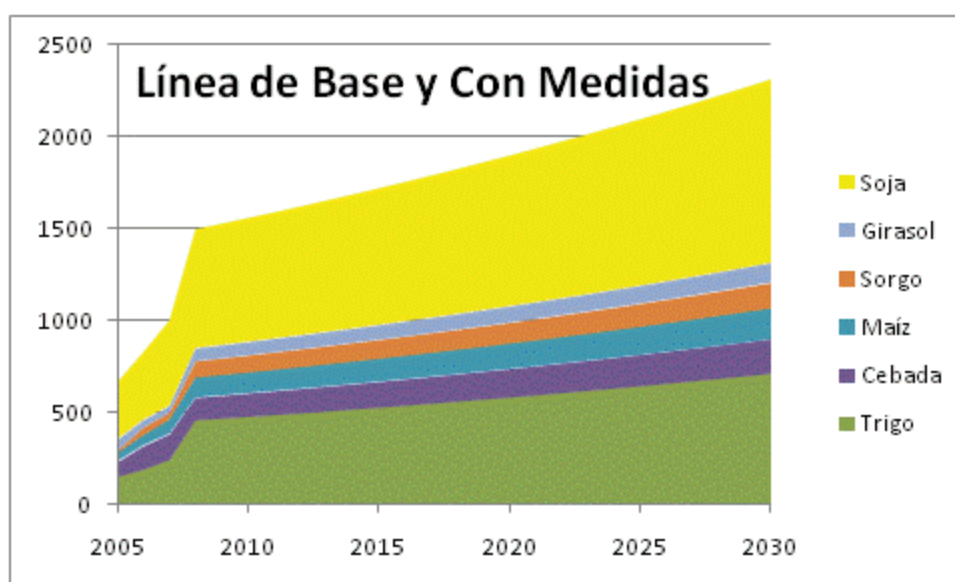


**Figura 10.** Evolución de las áreas afectadas a cultivos agrícolas de secano y de las áreas bajo praderas en rotación con esos cultivos durante el período 2005-2030. La suma de ambos componentes constituye el área total afectada a sistemas de rotación cultivos-pasturas.

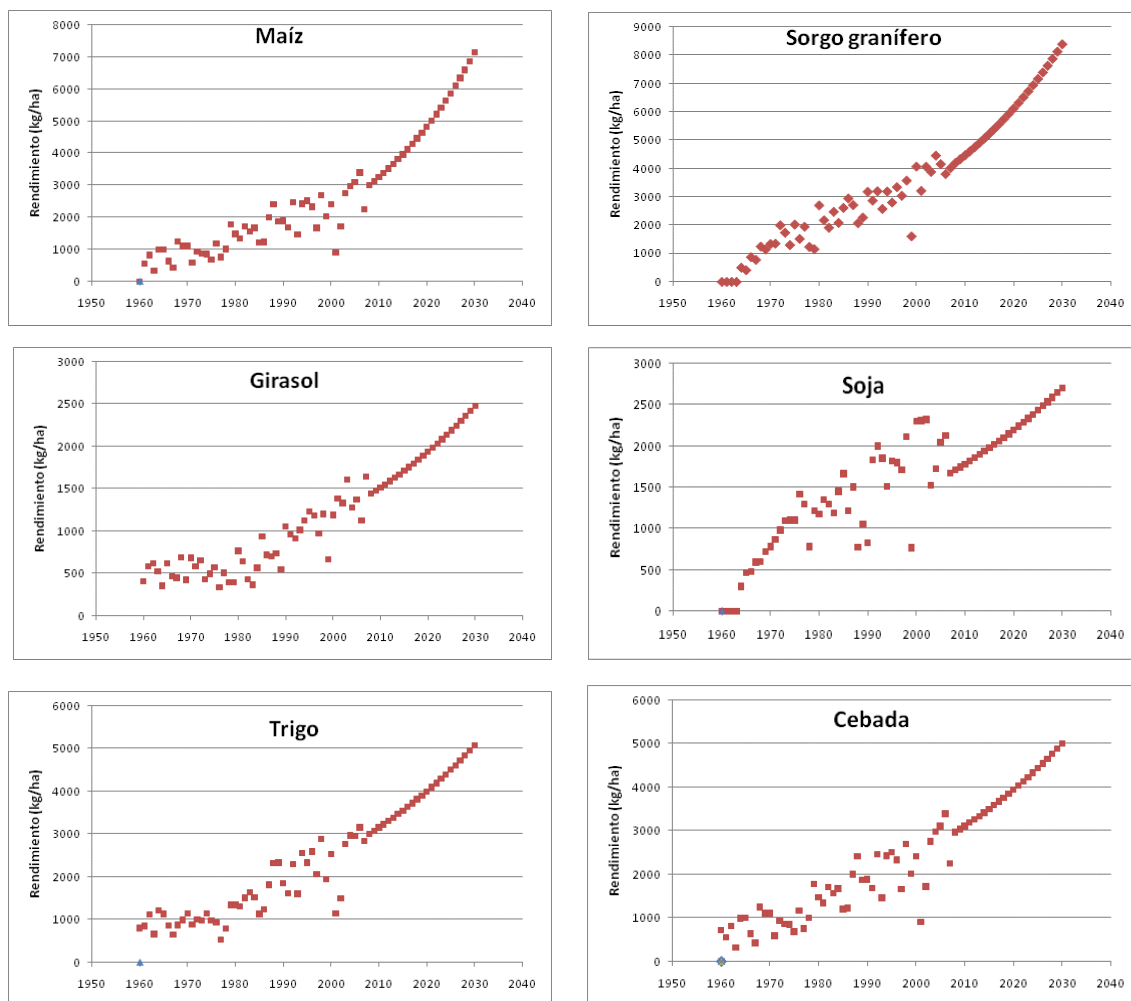
**Cuadro 8.** Evolución de las áreas sembradas con cultivos y pasturas y de los diferentes parámetros de intensificación agrícola (No. de cultivos por año y fracción del área bajo rotación cultivos/pasturas que está sembrada con praderas).

Parámetro	Actual	Línea de base	
	2010	2020	2030
Suma del área de cultivos (miles ha)	1555	1900	2320
Área afectada a cultivos (miles ha)	972	1055	1290
Área pasturas en rotación (miles ha)	290	246	231
No. de cultivos por año	1,6	1,8	1,8
Fracción del área bajo praderas (%)	23	13	10

La figura 11 y el cuadro 9 muestran la evolución de las áreas sembradas de cada uno de los principales cultivos de secano.



**Figura 11.** Evolución de las áreas sembradas anualmente de cada uno de los cultivos de secano durante el período 2005-2030.



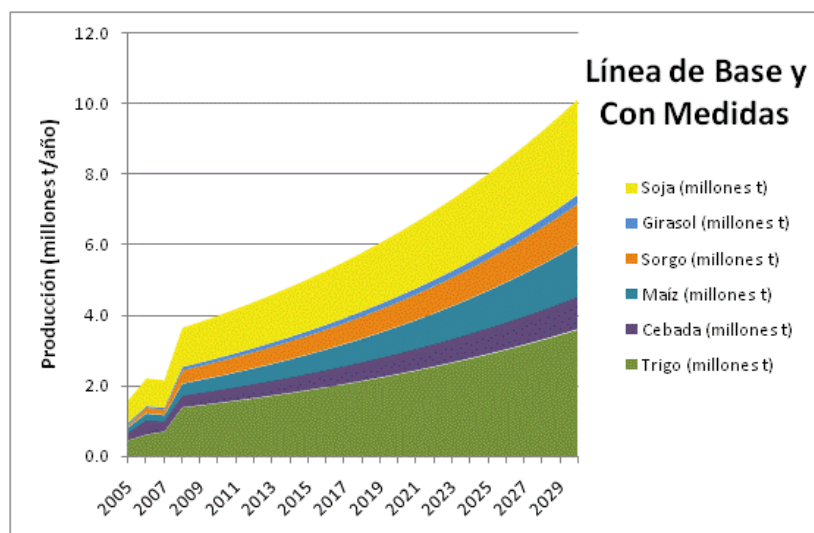
**Figura 12.** Evolución histórica y proyectada de la productividad de los principales cultivos de secano en Uruguay. Las proyecciones son idénticas para ambos escenarios.

**Cuadro 9.** Evolución de las áreas sembradas de cada cultivo (miles de hectáreas por año).

Cultivo	Actual	Línea de base	
	2010	2020	2030
Trigo	478	583	711
Cebada cervecera	126	153	187
Maíz	117	148	184
Sorgo	93	113	138
Girasol	70	85	104
Soja	672	810	998

Se proyecta que la productividad de los cultivos continúe aumentando en el futuro, continuando con las tendencias históricas (fig. 12). Se espera que los incrementos sean de mayor magnitud en el caso de los cultivos de verano, dado el incremento esperado en el nivel de precipitación en esa estación. Los crecientes niveles de productividad implican también crecientes costos de producción.

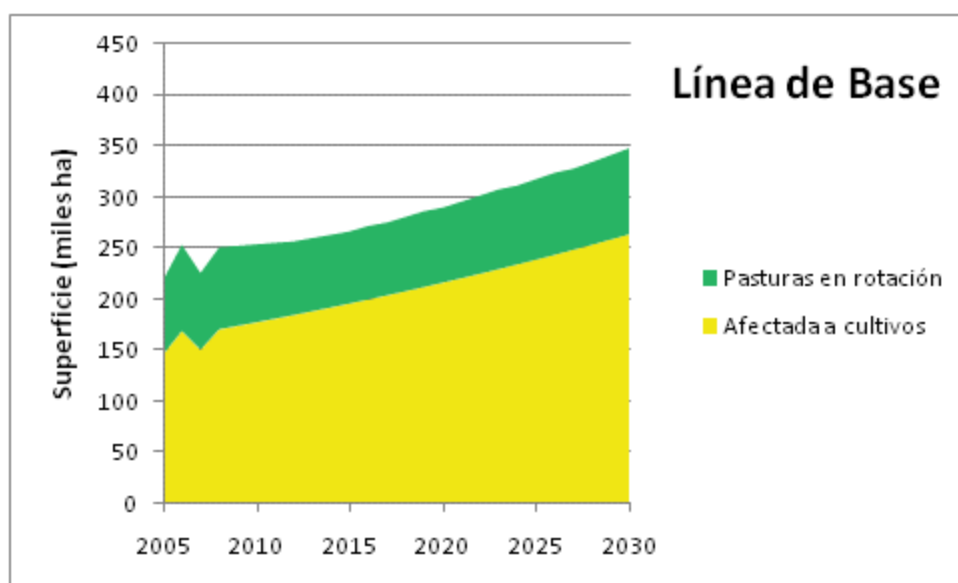
La producción total de todos los cultivos se incrementará como producto de la combinación de crecimiento en área y en productividad. Se espera un importante crecimiento del total de granos cosechados en sistemas de agricultura de secano, pasando de algo menos de 4 millones de toneladas anuales en el presente, a aproximadamente 10 millones de toneladas en 2030 (fig. 13). Esto implicará una fuerte reducción en las emisiones de gases de efecto invernadero por unidad de producto, ya que no se espera un significativo incremento en las emisiones para obtener esa creciente producción.



**Figura 13.** Evolución de la producción total de cada uno de los principales cultivos agrícolas de secano durante el período 2005-2030. La proyección es idéntica para ambos escenarios.

### Arroz

En el caso del arroz también se determinó la evolución del grado de intensificación del cultivo a través del grado de adopción de la rotación con pasturas (fig. 14).



**Figura 14.** Evolución de las áreas de arroz y de las praderas en rotación con ese cultivo durante el período 2005-2030. La suma de ambos componentes constituye el área total afectada a sistemas de rotación arroz-pasturas.

Al igual que para los cultivos de secano, se espera que la productividad del arroz continúe su tendencia histórica al aumento. Los incrementos esperados son iguales para ambos escenarios (fig. 15).

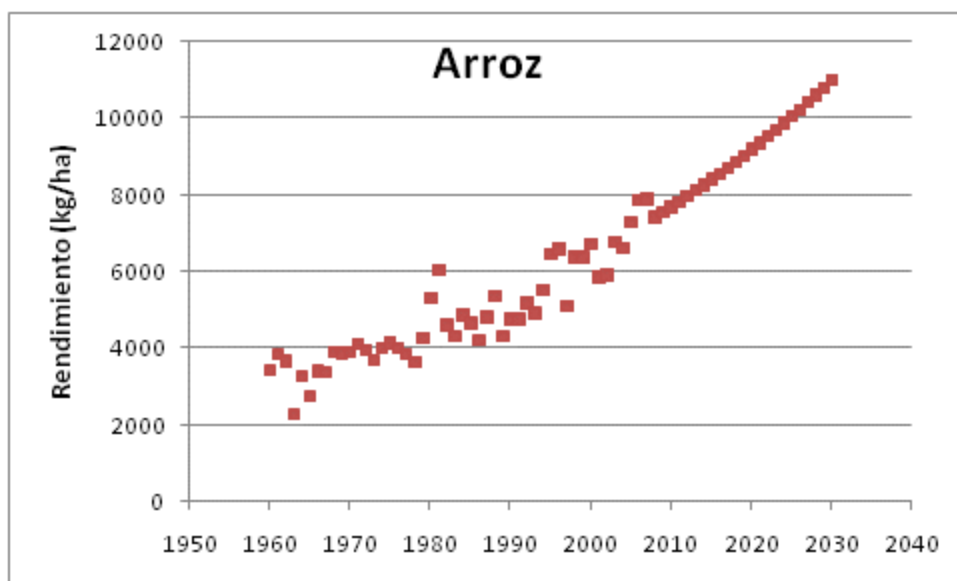


Figura 15. Evolución histórica y proyectada de la productividad del cultivo de arroz en Uruguay. Las proyecciones son idénticas para ambos escenarios.

### Silvicultura

Se identificaron cinco sistemas principales de producción forestal en función de las especies plantadas y del manejo forestal. Los sistemas para producción de celulosa son de turnos relativamente cortos (10 años), mientras que los sistemas de producción orientados a la producción de madera apta para la industria de aserrado y laminado tienen costos de podas y raleos, y se caracterizan por turnos de rotación prolongados (18 a 25 años). En el cuadro 10 se resumen las características básicas de estos sistemas. Cabe mencionar que la productividad se asumió con un incremento anual de 0,6%.

Cuadro 10. Caracterización de los principales sistemas de producción forestal. IMA = incremento medio anual de volumen de madera comercial.

Sistema forestal	Largo de rotación (años)	IMA (m <sup>3</sup> /ha/año)
<i>E. grandis</i> y similares, celulosa	10	21
<i>E. grandis</i> y similares, celulosa	18	27
<i>E. grandis</i> y similares, madera maciza	10	12
<i>E. grandis</i> y similares, madera maciza	18	16
Pinos	25	25

En el cuadro 11 se presenta la proyección del área acumulada de bosques plantados bajo cada uno de los sistemas.

Cuadro 11. Áreas de bosques plantados acumuladas por sistema de producción (miles de hectáreas), en el presente, y en los años 2020 y 2030.

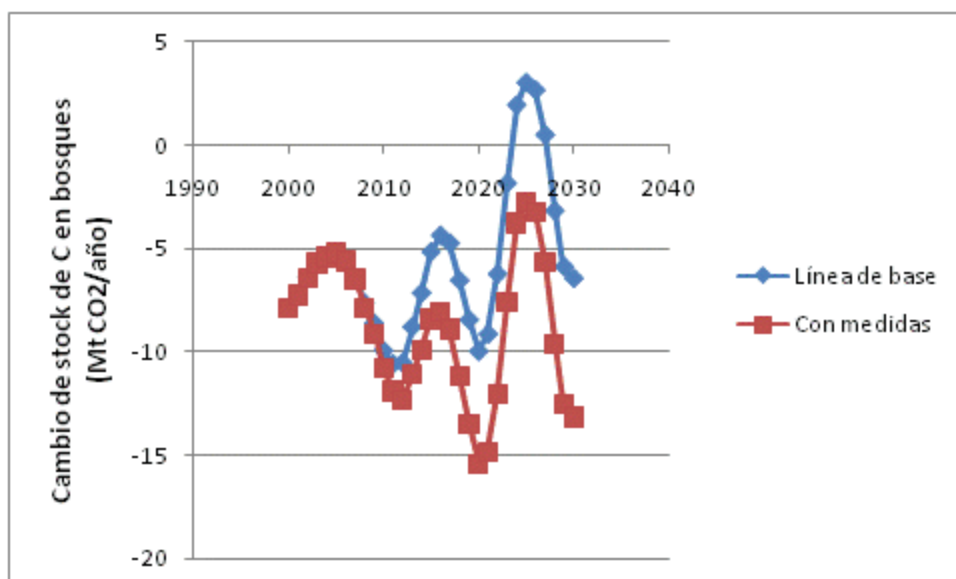
Sistema forestal	Actual	Línea de base	
	2010	2020	2030
<i>E. grandis</i> y similares, celulosa	121	159	175
<i>E. grandis</i> y similares, celulosa	129	206	238
<i>E. grandis</i> y similares, madera maciza	201	212	217
<i>E. grandis</i> y similares, madera maciza	75	171	212
Pinos	181	226	245

El cuadro 12 muestra los volúmenes proyectados de madera cosechada

**Cuadro 12.** Volúmenes de madera cosechada (miles de m<sup>3</sup> por año) discriminados por tipo de producto, en los años 2010, 2020 y 2030. Los datos son medias móviles de 5 años (para madera pulpable y leña) y de 9 años (madera aserrable/laminable), con el año reportado ubicado en el año central de cada serie.

Cultivo	Actual	Línea de base	
	2010	2020	2030
Madera aserrable (E. grandis y similares)	991	1642	3868
Madera aserrable (E. globulus y similares)	0	402	1533
Madera aserrable (pinos)	695	3908	3534
Madera pulpable (E. grandis y similares)	1988	4222	5600
Madera pulpable (E. globulus y similares)	2163	3555	4868
Madera pulpable/biomasa (pinos)	934	2186	2124
Leña de eucalipto	656	1063	1661

En este escenario se observa que en algunos años puede ocurrir que los bosques sean emisores netos debido a que el volumen cosechado supera las remociones. Esto se aprecia en la fig. 16, para los años 2024-2028.



**Figura 16.** Proyección de los cambios de stock de carbono en bosques en cada uno de los escenarios. Valores positivos denotan emisiones netas, mientras que los valores negativos indican remociones netas.

### Flujos de inversión y financiamiento en el escenario de base

En el cuadro 13 se presenta las estimaciones realizadas para el escenario sin medidas en miles de dólares constantes de 2005. En el cuadro 14 se presenta el total desagregado por fuentes.

**Cuadro 13.** Estimación de flujos de fondos e inversiones (miles de US\$ de 2005) en los sectores seleccionados en el escenario de referencia para el período 2006-2030

Año	ESCENARIO DE LÍNEA DE BASE								
	Sector Agropecuario - miles de USD de 2005								
	Silvicultura			Carne vacuna y leche			Agricultura		
	FI	FF	OyM	FI	FF	OyM	FI	FF	OyM
2006	148915	3268	103247	717865	22849	536135	585629	24931	830706
2007	193381	4214	121831	785492	24337	558056	639629	28659	1008431
2008	113273	3524	126278	821846	25371	582764	658581	32464	1225980
2009	109633	3224	117741	826929	25914	608005	642484	34914	1393946
2010	131695	3279	115046	800740	26068	640125	591340	36757	1558954
2011	148439	3612	123517	823494	26819	660570	597206	37671	1608898
2012	152097	3468	123840	830038	27294	679830	602038	38382	1647188
2013	149119	4000	147579	846325	27888	696753	608797	39166	1688110
2014	146321	4572	173597	851586	28344	715996	613753	39795	1721090
2015	134156	5997	236500	869900	29033	736670	618955	40568	1762827
2016	131129	5852	244026	874671	29468	754925	626211	41419	1807414
2017	119537	6104	250925	891477	30110	774009	633226	42287	1853225
2018	115398	5567	228327	896405	30593	794936	640664	43146	1898098
2019	104401	4858	203862	915218	31358	819546	646383	43933	1940119
2020	101476	4878	211011	920937	31918	844271	651740	44589	1974324
2021	89528	4688	207407	938214	32648	868048	659390	45460	2019682
2022	88746	5105	232383	943479	33194	892255	667140	46352	2066207
2023	82626	6633	299513	963038	34037	920594	673024	47208	2112310
2024	83270	7973	352870	968748	34630	947039	680551	48132	2161050
2025	85383	9594	410414	986536	35425	973969	688559	49087	2211246
2026	73188	8650	382512	992173	36043	1001930	696671	50066	2262750
2027	61847	6782	301571	1012794	36985	1034970	702352	50995	2313647
2028	59920	6845	305023	1018661	37645	1065115	710626	52020	2367847
2029	47535	6292	284786	1037108	38526	1096301	719008	53069	2423476
2030	42103	6149	285360	1045582	39331	1132700	725241	54078	2478713
<b>Total</b>	<b>2713116</b>	<b>135129</b>	<b>5589166</b>	<b>22579256</b>	<b>775828</b>	<b>20335513</b>	<b>16279199</b>	<b>1065148</b>	<b>46336240</b>

**Cuadro 13 (cont.)** Flujos de fondos e inversiones (miles de dólares de 2005) en el total de los subsectores considerados.

Año	ESCENARIO DE LÍNEA DE BASE		
	Sector Agropecuario - miles de USD de 2005		
	FI	FF	OyM
2006	1452409	51048	1470088
2007	1618502	57210	1688318
2008	1593700	61359	1935022
2009	1579046	64052	2119692
2010	1523775	66104	2314125
2011	1569139	68102	2392985
2012	1584173	69144	2450858
2013	1604241	71054	2532442
2014	1611660	72711	2610683
2015	1623011	75598	2735997
2016	1632011	76739	2806365
2017	1644240	78501	2878159
2018	1652467	79306	2921361
2019	1666002	80149	2963527
2020	1674153	81385	3029606
2021	1687132	82796	3095137
2022	1699365	84651	3190845
2023	1718688	87878	3332417
2024	1732569	90735	3460959
2025	1760478	94106	3595629
2026	1762032	94759	3647192
2027	1776993	94762	3650188
2028	1789207	96510	3737985
2029	1803651	97887	3804563
2030	1812926	99558	3896773
<b>Total</b>	<b>41571571</b>	<b>1976105</b>	<b>72260919</b>



**Cuadro 14.** Fuentes de los flujos de fondos e inversiones (miles de US\$ de 2005) en los sectores seleccionados en el escenario de línea de base para el período 2006-2030.

Entidad inversora	Fuente de FI&F		ESCENARIO DE BASE - Sector Agropecuario 2006 - 2030									
			Silvicultura			Carne vacuna y leche			Agricultura			
			FI	FF	OyM	FI	FF	OyM	FI	FF	OyM	
HOGARES	Doméstica	Capital propio y deuda										
EMPRESAS	Doméstica	Capital propio	221994	6546	113901	10609463	68609	8682054	9387810	42788	19755103	
		Préstamos domésticos	237915	0	537476	7358637	0	8134205	2899347	0	18534496	
	Externa	IED	2227707	65460	4723386	4611156	20583	3519254	3992042	14263	8046641	
		Préstamos externos	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
		Asistencia externa	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Total Empresas			2687615	72006	5374763	22579256	89192	20335513	16279199	57051	46336240	
GOB	Doméstica	Fondos propios (presup.)	25501	63123	214402	0	686636	0	0	1001847	0	
	Externa	Préstamos externos	0	0	0	0	0	0	0	6250	0	
		Asistencia externa	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	Total Gobierno			25501	63123	214402	0	686636	0	0	1008097	0
<b>TOTAL</b>			<b>2713116</b>	<b>135129</b>	<b>5589166</b>	<b>22579256</b>	<b>775828</b>	<b>20335513</b>	<b>16279199</b>	<b>1065148</b>	<b>46336240</b>	

**Cuadro 14 (cont.)** Fuentes de los flujos de fondos e inversiones (miles de US\$ de 2005) en los sectores seleccionados en el escenario de línea de base para el período 2006-2030.

Entidad inversora	Fuente de FI&F		ESCENARIO DE BASE Sector Agropecuario 2006 - 2030		
			FI	FF	OyM
HOGARES	Doméstica	Capital propio y deuda			
EMPRESAS	Doméstica	Capital propio	20219267	117943	28551058
		Préstamos domésticos	10495899	0	27206177
	Externa	IED	10830905	100306	16289281
		Préstamos externos	0	0	0
		Asistencia externa	0	0	0
	Total Empresas			41546070	218249
GOB	Doméstica	Fondos propios (presup.)	25501	1751606	214402
	Externa	Préstamos externos	0	6250	0
		Asistencia externa	0	0	0
Total Gobierno			25501	1757856	214402
<b>TOTAL</b>			<b>41571571</b>	<b>1976105</b>	<b>72260919</b>

### 2.2.5 Escenario con medidas de mitigación y adaptación

Este escenario se diferencia del de referencia solamente por la implementación de las medidas que se describen en esta sección. Previo a la descripción de las medidas se efectúan consideraciones sobre algunos criterios adoptados con relación a la mitigación y la adaptación.

#### Mitigación

El concepto de mitigación implica la reducción de emisiones de gases de efecto invernadero y/o la remoción de dióxido de carbono de la atmósfera. Ambos procesos presentan características diferenciales que ameritan su consideración por separado.

La **reducción de emisiones** debe ser obviamente con respecto a una situación de referencia, la cual no es estática en el tiempo. Por esta razón, es posible que un escenario de mitigación implique en la práctica un incremento de emisiones si se lo compara con el punto de partida. Este es el caso de las medidas de mitigación identificadas para los sub-sectores carne y leche en Uruguay, las cuales representan en realidad un incremento en el nivel absoluto de emisiones. Dichas medidas podrán resultar en una reducción de emisiones si éstas se miden por unidad de producto.

Las emisiones de la agricultura ameritan una consideración diferencial con respecto a las de los otros sectores en razón de lo establecido en el art. 2 de la Convención Marco de Naciones Unidas para el Cambio Climático, acerca de que las medidas de mitigación no deben afectar la seguridad alimentaria. El establecimiento de metas de reducciones en el nivel absoluto de emisiones podría resultar en una reducción intencional en la producción de alimentos, atentando así contra el objetivo de seguridad alimentaria, particularmente tomando en cuenta que la demanda mundial de alimentos se duplicará en los próximos 30-40 años.

Uruguay ha sido el impulsor del concepto de contabilizar las emisiones por unidad de producto en el sector agricultura en el marco de las negociaciones de la Convención<sup>2</sup>, el cual ha sido apoyado por otros países y organizaciones. Este criterio ha sido adoptado en este estudio para la definición de medidas de mitigación, particularmente en los sub-sectores carne y leche.

El **secuestro biológico de carbono**, tanto en biomasa como en suelos, aparece como la actividad con mayor potencial de mitigación. Su naturaleza temporal, debido a la saturación de los sumideros, dificulta la aplicación del concepto de emisiones por unidad de producto para su cuantificación.

El secuestro de carbono atmosférico por los sistemas forestales, ganaderos y agrícolas no es un proceso indefinido, sino que los “sumideros” biológicos de carbono como los bosques se saturan en un momento dado, dejando de remover dióxido de carbono. Es necesario considerar entonces que esta actividad de mitigación podrá realizar una contribución significativa solamente durante unos años. En ausencia de información local específica, el IPCC recomienda asumir que ese proceso ocurre de manera lineal durante 20 años.

#### Adaptación

Las medidas de adaptación seleccionadas tienen un alto grado de coincidencia con las de mitigación. Así, el secuestro de carbono en suelos a través del mejoramiento de pastizales o a través de la inclusión de praderas en rotación con cultivos agrícolas, además de contribuir a la mitigación del cambio climático, resulta en una mayor capacidad de almacenaje de agua, confiriendo a los sistemas productivos una mayor tolerancia a déficits hídricos. De la misma manera, la plantación de bosques produce beneficios en la regulación del ciclo hidrológico, atenuando los riesgos de erosión de suelos y de desbordes de cursos de agua.

---

<sup>2</sup> [http://unfccc.int/files/meetings/ad\\_hoc\\_working\\_groups/lca/application/pdf/6\\_uruguay.pdf](http://unfccc.int/files/meetings/ad_hoc_working_groups/lca/application/pdf/6_uruguay.pdf)

Las medidas identificadas para Uruguay no incluyen medidas que sean puramente de adaptación. Considerando la necesidad metodológica de cuantificar separadamente los flujos de inversión y financiamiento para mitigación y adaptación, a cada una de las medidas le fue asignado un factor de ponderación para cada una de las respuestas. Si una medida es puramente de mitigación, se le asigna el factor 1 a mitigación, y 0 a adaptación. Si se tratara de una medida que sirve a ambas respuestas, se le asignan a cada una de ellas factores de ponderación cuya suma sea 1.

#### *Medidas seleccionadas*

Para los efectos del análisis, las medidas se clasificaron en tres grupos principales: intensificación de la producción ganadera (comprende ganadería de carne extensiva y producción lechera); secuestro de carbono en suelos agrícolas (comprende el incremento en la adopción de rotaciones de cultivos con pasturas en sistemas de agricultura de secano y de arroz); y secuestro de carbono en bosques (comprende principalmente la forestación de pastizales sobre suelos declarados de prioridad forestal y la sustitución de especies en bosques plantados existentes).

Las tres grandes medidas identificadas son a la vez de mitigación y de adaptación, por lo cual se optó por no analizar separadamente ambos tipos de respuestas.

### **Optimización e intensificación de la producción de carne**

**La medida consiste principalmente en incrementar el área de pasturas sembradas y de campo natural mejorado:** en el escenario de base, dicha área se proyecta que sería de 4,0 Mha, mientras que en el escenario con mitigación se proyecta un área de 5,3 Mha (un incremento de 32%). Esto resultaría en el secuestro de carbono en suelos y en la reducción de emisiones por unidad de producto. El área total de pastoreo se reduciría en 5,6% y 7,5% en los escenarios de base y con mitigación, respectivamente (debido a la expansión de las áreas agrícolas y de las plantaciones forestales).

Se estima que cada kilo de carne vacuna producida en Uruguay (medida en términos de peso vivo) produce emisiones de metano y óxido nitroso por más de 30 kg CO<sub>2</sub>-equivalente. Estos niveles de emisión por kg de carne podrían ser reducidos de manera importante a través de la intensificación de los sistemas de producción. La implementación de sistemas de producción más intensivos podría resultar en menores emisiones por unidad de producto, aunque las emisiones totales del país podrían incrementarse dado que la producción total aumentaría con la intensificación.

La intensificación puede ocurrir manteniendo el sistema de pastoreo, o mediante confinamiento parcial o total de los animales. Las implicancias de una u otra forma con relación a las emisiones de gases con efecto invernadero son diferentes. Por una parte, la intensificación en base a mejoramiento de pasturas puede tener el beneficio adicional del secuestro de carbono en el suelo por las pasturas, el cual se sumaría a la reducción de emisiones por unidad de producto que se podría lograr. Se estima que los suelos de Uruguay que están bajo ganadería extensiva han perdido más de 20% de su contenido original de carbono orgánico, previo a la introducción de la ganadería (Piñeiro 2006). La implementación de las medidas propuestas podría revertir parcialmente dicha tendencia.

Por otra parte, en el caso de sistemas que dependen de la transferencia de forrajes y concentrados al sitio de consumo, si bien las emisiones directas (por ejemplo, por fermentación ruminal) se reducen marcadamente, hay otras emisiones que pueden incrementarse (por manejo del estiércol y por la reducción de reservorios de carbono en las tierras en donde se produce el forraje). Ambas fuentes de emisiones pueden ser potencialmente controlables y evitadas. Se asume que bajo el escenario con medidas no se incrementará la adopción de sistemas de producción en *feed lots* con respecto al escenario de base.

## **Optimización e intensificación de la producción de leche**

**La medida consiste en acelerar levemente el proceso de intensificación de la producción que ha venido ocurriendo en las últimas décadas, mediante la creciente utilización de forrajes conservados y granos, además de diversas medidas de manejo.** La medida permitiría pasar de un incremento anual de productividad de 2,2% anual en la línea de base a uno del orden de 2,5 anual en el escenario con medidas.

La situación es similar a la de la producción de carne vacuna. El nivel de emisiones actual es del orden de 1,2 kg CO<sub>2</sub>-eq por litro de leche (sector primario solamente). Esas emisiones podrían reducirse fuertemente con un proceso de mayor intensificación, aunque es necesario considerar que esa reducción podría verse atemperada por una mayor adopción de sistemas de tratamiento de efluentes basados en lagunas anaerobias, las cuales producirían nuevas emisiones de metano. Una de las medidas propuestas (sección 4.2.3.6) apunta precisamente a reducir la magnitud de esta fuente de emisiones mediante la instalación de biodigestores que permitan capturar el metano.

## **Secuestro de carbono en suelos bajo agricultura de secano**

**La medida consiste en incrementar el uso de rotaciones cultivo-pastura en sistemas agrícolas, combinado con una mayor adopción del sistema de siembra directa permanente; uso de cultivos de cobertura; un mayor uso de maíz y sorgo en la rotación; uso más eficiente de los fertilizantes nitrogenados y una mayor adopción del riego.**

En el escenario de base se verifica una disminución en el uso de rotaciones cultivo-pasturas, y un creciente predominio de la rotación soja-trigo e inclusive soja continua. Asimismo, en dicho escenario prácticamente no se usa el riego en la agricultura extensiva, y si bien la mayoría de los cultivos se realizan con siembra directa, es relativamente baja la proporción de suelos que se encuentran permanentemente bajo este sistema.

Las medidas de mitigación señaladas producirían un incremento en la remoción de CO<sub>2</sub> de la atmósfera con respecto al escenario de referencia, y un consecuente incremento en los reservorios de carbono en los suelos. Asimismo, la inclusión de forrajeras leguminosas en la rotación de cultivos podría resultar en una sustitución del uso de fertilizantes nitrogenados en los cultivos por fijación simbiótica de nitrógeno, lo cual causaría una reducción en las emisiones de óxido nítrico. Adicionalmente, la adopción de mejores prácticas de manejo de la fertilización nitrogenada para armonizar la oferta de nitratos en el suelo con su demanda por los cultivos incluyendo el uso de fertilizantes de liberación lenta, también resultarían en menores emisiones de óxido nítrico.

El secuestro de carbono en suelos es a la vez una importante medida de adaptación. La capacidad de infiltración de agua, la capacidad de almacenaje de agua, la aireación y la fertilidad en general son propiedades del suelo directamente correlacionadas con el nivel de carbono orgánico del mismo. Cualquier incremento en los contenidos de materia orgánica de los suelos resulta en una mayor tolerancia a la variabilidad climática, particularmente en lo que respecta a disponibilidad de agua, así como en una mayor tolerancia a la erosión y a la degradación del recurso.

## **Secuestro de carbono por nuevas plantaciones forestales**

**La medida consiste en la expansión de las áreas forestadas con especies de rápido crecimiento, principalmente en regiones donde las limitaciones en el crecimiento de los árboles o la lejanía de los mercados de la madera impiden el establecimiento de bosques.** En particular, se identifica a las zonas 1 y 2 de CIDE<sup>3</sup> y a los suelos degradados del litoral oeste y sur del país como las que reúnen esas condiciones. Mientras en el escenario de base se espera un crecimiento moderado de la superficie de plantaciones hasta alcanzar algo

---

<sup>3</sup> <http://www.mgap.gub.uy/renare/SIG/ConsultaCONEAT/ResumenDescriptivo.htm>

más de 1.000.000 ha en 2030, bajo el escenario de mitigación dicha área alcanzaría 1.300.000 ha. La medida de mitigación consiste entonces en la instalación de casi 300.000 ha (equivalente a un incremento de 25% con respecto a la línea de base), con el consiguiente secuestro de una importante cantidad de CO<sub>2</sub> atmosférico en biomasa y suelos.

Las plantaciones forestales se concentran en las zonas litoral oeste (Paysandú y Río Negro), Norte (Tacuarembó y Rivera) y sur (Rocha, Maldonado y Lavalleja). En dos de las tres regiones, el desarrollo de las plantaciones ocurrió en función de la cercanía de puertos (Fray Bentos y Montevideo) y/o industrias de la madera. En el caso del norte, el desarrollo estuvo principalmente relacionado con la alta calidad de los suelos (arenas profundas) y el clima muy lluvioso, condiciones ambas favorecedoras de altas tasas de crecimiento de los árboles. Existe el potencial para expandir las áreas forestadas en la región este y noreste. En esta región, dada la regular calidad de los suelos (superficiales, con pendientes relativamente importantes y abundancia de afloramientos rocosos), la lejanía de los puertos y la total ausencia de industrias de la madera, el financiamiento de carbono resulta de vital importancia para el desarrollo de nuevas áreas forestales.

Por otra parte, existe un potencial considerable para la instalación de bosques plantados en establecimientos agropecuarios, con claros beneficios para las producciones más tradicionales del país. En efecto, la presencia de bosques en esos establecimientos permite un mejor aprovechamiento de los suelos de peor calidad, constituye un positivo aporte a la diversificación de rubros como elemento de manejo de los riesgos, y tiene claras sinergias particularmente con la actividad ganadera, beneficiando al crecimiento de las pasturas y confiriendo abrigo y sombra al ganado. Bajo el escenario con medidas se asume que una fracción relativamente importante del crecimiento del área forestada ocurrirá en establecimientos agropecuarios, en unidades relativamente pequeñas.

La expansión de las áreas forestadas tendría un importante beneficio de adaptación al cambio climático a través de la mencionada diversificación productiva y, no menos importante, a través de la regulación de los ciclos hidrológicos. Según un estudio reciente (Milly 2008) Uruguay es, de todo el mundo, el país que experimentaría el mayor incremento (más de 40% con respecto al nivel actual) en el volumen de escurrimiento superficial de agua durante la primera mitad del presente siglo. La presencia de bosques, particularmente si los mismos se ubican dispersos en el territorio, contribuiría a atenuar los posibles impactos negativos de ese fenómeno, los cuales resultarían en erosión acelerada de suelos, desborde de cauces de agua y destrucción de infraestructura, entre otros.

### **Secuestro de carbono por gestión de bosques plantados**

**La medida consiste en incrementar los reservorios de carbono en bosques existentes, a través de la sustitución de especies por otras más productivas y a través de la adopción de prácticas de manejo tendientes a incrementar la productividad.** En particular, se destaca la sustitución de plantaciones de *E. globulus* en zonas no aptas para esta especie (litoral oeste y norte del país) por plantaciones de *E. grandis*, *E. dunnii* y otras, y la adopción de turnos prolongados de cosecha y manejo con raleos y podas para obtención de productos aptos para la industria de la madera sólida, en plantaciones originalmente manejadas con destino celulósico.

La adopción de rotaciones forestales más prolongadas en plantaciones de eucaliptos (de los 8-12 años actuales a 16-30 años) resulta en un incremento en los reservorios de carbono en la biomasa forestal y en una mayor fracción de productos de madera de larga vida, incrementando también en consecuencia los reservorios de carbono en productos de madera cosechada. Bajo el escenario de línea de base se espera un incremento en la fracción de madera aserrable sobre el total de madera cosechada del 23% actual a 60% en 2030. Bajo el escenario con mitigación, dicha fracción pasaría a ser de 72%, lo cual implica un incremento en la cosecha de madera aserrable del orden de 3 millones m<sup>3</sup> anuales (32% de incremento).

## Resumen

El cuadro 15 muestra la lista de medidas seleccionadas, indicando el factor de ponderación correspondiente a adaptación y mitigación para cada una de ellas. Dicho factor indica el peso relativo de cada una de las respuestas al cambio climático (mitigación y adaptación) de cada medida seleccionada.

**Cuadro 25.** Factores de ponderación correspondientes a mitigación y adaptación para cada una de las medidas identificadas.

No.	Título	Medida	Factor de ponderación	
			Adaptación	Mitigación
1	Intensificación de la producción de carne		0.3	0.7
2	Intensificación de la producción de leche		0.3	0.7
3	Secuestro de carbono en suelos bajo agricultura de secano		0.3	0.7
4	Secuestro de carbono por nuevas plantaciones forestales		0.1	0.9
5	Secuestro de carbono por gestión de bosques plantados		0.1	0.9

### *Medidas no seleccionadas*

#### **Creación de reservas de agua y desarrollo de capacidad de riego**

Se considera que esta es una medida importante para el mejor desempeño del sector y enfrentar las consecuencias del cambio climático. Sin embargo, esta medida no fue incluida en el análisis por no existir información adecuada sobre su desarrollo en el marco del Plan Nacional de Respuesta al Cambio Climático. La medida consiste en la construcción de reservas de agua (embalses) e instalación de infraestructura de riego para cultivos y pasturas en todo el país. Así, apunta al doble objetivo de aprovechar la creciente disponibilidad del recurso hídrico en el país, en el marco de una posible creciente variabilidad interanual en el régimen de precipitaciones para atenuar los impactos de dicha variabilidad y a la vez incrementar la productividad de cultivos y pasturas. Notar que la medida “secuestro de carbono en suelos agrícolas de secano” descrita en la sección 4.2.3.2 incluye un creciente uso del riego, precisamente aprovechando la medida descrita en la presente sección.

La implementación de esta medida puede ocurrir a nivel predial o inter-predial, pero necesariamente requiere de un adecuado marco regulatorio e institucional para la gestión de cuencas hidrográficas. Tal como se establece en el Plan Nacional de Respuesta al Cambio Climático (2009), esta medida puede implicar la necesidad de agrupar productores para adquirir las escalas necesarias, así como de la cooperación público-privada.

#### **Otras medidas**

Además de las medidas detalladas arriba, se identificaron otras medidas de menor relevancia o con barreras que dificultan su implementación en el mediano plazo. Dichas medidas incluyen:

- Reducción de emisiones de metano en cultivo de arroz por manejo del agua. La medida consiste en el drenaje de los arrozales en una o más ocasiones durante el ciclo del cultivo, durante períodos breves (3-4 días). Esta práctica incrementaría temporariamente la disponibilidad de oxígeno en los suelos, resultando en una drástica reducción en la población de bacterias metanógenas. Luego del restablecimiento de la inundación del suelo, la población de dichas bacterias tiende a restablecerse, pero ello ocurre durante un plazo de semanas, resultando así en una efectiva reducción de las emisiones de metano. Esta práctica puede presentar el inconveniente de una reducción en la productividad del arroz y, eventualmente, en costos de riego ligeramente mayores. Asimismo, el drenaje de suelos muy planos no sería muy efectivo en lograr una adecuada aireación, dado lo lento del proceso, por lo que su adopción sería más factible en la zona norte del país.

- Captura de biogás en sistemas de producción animal. La medida consiste en la instalación de biodigestores para captura y eventual utilización de biogás en los sistemas de tratamiento de efluentes en tambos y feedlots, así como en criaderos de cerdos y aves (estos últimos no incluidos como subsectores en este estudio). El crecimiento en el tamaño de los tambos ocurrido durante las últimas décadas, sumado al incremento en el número y tamaño de feedlots e inclusive en el surgimiento de tambos con encierro de vacas durante prolongados períodos, producen importantes concentraciones de desechos animales y conducen a la necesidad de implementar sistemas de tratamiento de los mismos. Los sistemas basados en lagunas anaerobias o combinación de anaerobias, aerobias y facultativas, son la forma con mejor relación entre costo y efectividad, pero resultan en crecientes emisiones de metano a la atmósfera. El metano capturado puede ser utilizado como fuente de energía, o simplemente quemado y convertido en dióxido de carbono, reduciendo así su potencial de calentamiento de la atmósfera (se ha asumido por convención que una unidad de masa de metano tiene un potencial de calentamiento de la atmósfera 21 veces superior al de una unidad de masa de dióxido de carbono). Los usos energéticos del metano pueden ser el calentamiento de agua o la generación eléctrica, entre otros. La instalación de biodigestores requiere superar algunas barreras. Tal vez la más importante de ellas sea el reducido tamaño de los sistemas de tratamiento de efluentes, que podrían no justificar los costos de instalación de los biodigestores. Se requiere de una etapa de investigación y desarrollo a nivel nacional para lograr sistemas adecuados a las condiciones del país que funcionen efectivamente. Por otra parte, resulta esencial el agrupamiento de unidades bajo un mismo programa o proyecto, a los efectos de lograr las escalas necesarias para mantener costos bajos. La medida puede incluir el compostaje de lodos o la aplicación de los mismos sobre los suelos, como formas de incrementar los reservorios de carbono en los mismos.
- Reducción de emisiones en la actividad ganadera a través de mejoramiento genético, manipulación de la microflora ruminal, uso de aditivos a la dieta (aceites vegetales, taninos, monencinas y otros compuestos químicos), optimización de la ingesta de proteína para reducir la excreción de nitrógeno, y otras. La mayoría de estas medidas de mitigación se encuentran en fase experimental, o no son consistentes en sus efectos. No se vislumbra un impacto posible de estas medidas en la mitigación de las emisiones del sector ganadero de Uruguay en el mediano plazo.
- Eficiencia del uso de energía. Si bien la contabilización de las emisiones por uso de energía bajo las directrices del IPCC para inventarios nacionales de gases de efecto invernadero (IPCC, 2006) no se realizan en el sector agricultura, la implementación de las medidas de mitigación sectoriales está bajo control, al menos parcial, de los agricultores y ganaderos. Se espera que en el escenario de base ocurran mejoras en la eficiencia energética como producto de avances tecnológicos en el desarrollo de maquinarias y equipos y de la adopción de prácticas de manejo. Las mismas tendrían como causa principal la necesidad de reducir costos de producción, y se asume que no se implementan medidas específicas de mitigación en esta área.
- Eliminación de las quemaduras de pasturas y rastrojos de cultivos y, en particular, del follaje de caña de azúcar previo a la cosecha (sustitución de cosecha manual por mecanizada). La quema es una práctica nociva desde todo punto de vista, ya que implica la pérdida de recursos valiosos (nutrientes, carbono) y degradación de los suelos; la emisión de gases y partículas nocivas que afectan la calidad del aire; la pérdida de diversidad biológica; y la emisión de gases de efecto invernadero (óxido nítrico y metano) y de precursores de dichos gases (monóxido de carbono, óxidos de nitrógeno). Por otra parte, la biomasa es un recurso cada vez más valioso como fuente de energía. Por estos motivos, es una práctica en desuso en los países industrializados, y solamente se utiliza de manera más o menos masiva en África y América Latina. Se asume que en el escenario de base las quemaduras se irán eliminando progresivamente, y que, por consiguiente, no cabe su consideración como medida de mitigación.

- Manejo de montes nativos tendiente a incrementar los stocks de biomasa de los mismos. El bosque nativo en Uruguay está protegido por ley, y se puede decir que esa protección es sumamente efectiva. Sin embargo, no existen medidas tendientes a reducir la degradación o a mejorar la condición de dichos bosques. La realización del primer inventario forestal nacional es un primer paso necesario a la posible implementación del manejo de monte nativo como medida de mitigación.

Asimismo, existen otras medidas, que generalmente cortan transversalmente a los subsectores, que pueden ser indirectamente consideradas como medidas de mitigación o adaptación, o constituir un soporte de las mismas, pero que no fueron consideradas en la cuantificación de flujos de inversión y financiamiento. Las mismas incluyen a algunas de las mencionadas en el Plan Nacional de Respuesta al Cambio Climático (2009):

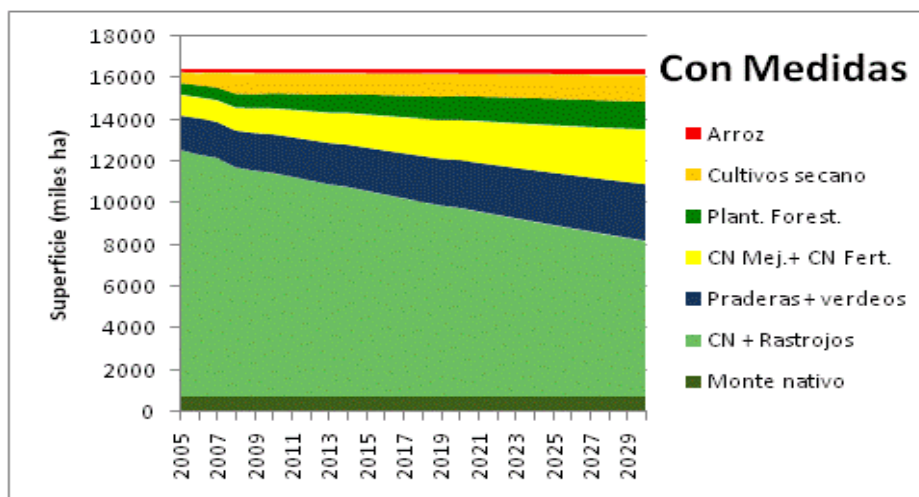
- Monitoreo de la evolución de posibles plagas y enfermedades, incluyendo nuevas o incremento en la virulencia de las existentes, como producto del cambio climático, así como el desarrollo de medidas de control de posibles ataques de las mismas
- Fortalecimiento institucional y creación de capacidades y desarrollo y fortalecimiento de programas de investigación (PNMCC p. 56-57). La implementación de las medidas de adaptación y mitigación requiere de un marco de soporte institucional adecuado. En particular, se destaca la necesidad de desarrollar un sistema integrado de información geográfica, que construya sobre el conocimiento desarrollado décadas atrás sobre los recursos naturales, y que implique un monitoreo permanente de los múltiples parámetros que se relacionan con la producción agropecuaria. El sistema de investigación agropecuaria deberá adecuar sus estructuras y presupuestos para desarrollar las actividades necesarias de generación de conocimientos que permitan la eficaz implementación de las medidas de mitigación. También es necesaria una adecuada difusión de la problemática entre los diferentes actores relacionados con la cadena productiva agropecuaria.
- La prevención de incendios forestales y la preparación adecuada para su combate son medidas posibles de adaptación. Es necesario tomar en consideración, sin embargo, que esas medidas se justifican por las pérdidas económicas y los riesgos para las personas, y no solamente requerirían de una mayor atención como consecuencia del cambio climático.
- Gestión integral del riesgo (PNRCC, pp. 46-48)

*Parámetros sub-sectoriales en el escenario con medidas*

### **Uso del suelo**

En este escenario también se espera una disminución progresiva en el área de los pastizales naturales, y aumentos progresivos en las áreas de pastizales mejorados (tanto mediante la introducción de especies con fertilización o mediante el uso de solamente fertilizantes), de praderas y verdeos; de cultivos de cultivos (tanto de secano como arrozales); y de bosques plantados. Estas tendencias son más acentuadas en este escenario que en el escenario de línea de base (fig. 17, cuadro 16).





**Figura 17.** Evolución proyectada de las áreas de tierra bajo los principales tipos de uso del suelo. Significado de abreviaciones: “Plant. Forest”. significa “plantaciones forestales”; “CN Mej.+CN Fert.” significa “campo natural mejorado + campo natural fertilizado”; “CN + Rastrojos” significa “campo natural o pastizales naturales + rastrojos”.

**Cuadro 16.** Superficie de tierra (miles de hectáreas) bajo diferentes usos principales en el presente y en los años 2020 y 2030. Notas: 1) una fracción de las áreas de praderas y verdeos se encuentra en rotación con cultivos de secano y arroz; 2) el área de cultivos de secano no necesariamente coincide con la sumatoria de las áreas sembradas de cada cultivo, debido a que frecuentemente se siembran dos cultivos en un año.

Uso del suelo	Actual	Con medidas	
	2010	2020	2030
<b>Pastizales naturales</b>	10715	9041	7449
<b>Pastizales naturales mejorados</b>	1210	1904	2598
<b>Praderas y verdeos</b>	1850	2282	2714
<b>Bosques naturales</b>	760	760	760
<b>Bosques plantados</b>	715	1140	1322
<b>Cultivos de secano</b>	973	1058	1295
<b>Arroz</b>	177	216	263
<b>Total</b>	16400	16400	16400

Respecto a la cuantificación del uso del suelo se efectuaron los siguientes supuestos:

- Se asume que se duplican las tasas a las que se expandieron las áreas de mejoramientos de pastizales y de pasturas y verdeos en el escenario de base
- Se asume que la plantación de nuevas áreas forestales se mantiene a un ritmo promedio de 40.000 ha/año durante el período 2010-2020, para declinar posteriormente hasta llegar a 5.000 ha/año en 2030
- El área bajo cultivo de arroz se expande a razón de 4.000-5.000 ha/año, al igual que en el escenario de base. El área de cada uno de los cultivos de secano se expande a razón de 2% por año, con la excepción del maíz, para el cual se asume un crecimiento de 2,5% anual, motivado principalmente por la disponibilidad de riego.
- El área de monte nativo se mantiene constante.
- El área de pastizales naturales sin mejoramiento ni fertilización se estima como el área residual luego de computar todos los incrementos mencionados arriba

## Carne vacuna

Como fue señalado anteriormente, las estimaciones de stock de ganado y productividad se realizaron en base a los supuestos efectuados con relación a la evolución del área de pasturas mejoradas y sembradas, así como con aquellos relacionados a la evolución de los sistemas más intensivos. Los principales parámetros relacionados con la productividad se presentan en los cuadros 17 y 18. La evolución de la producción de carne en ambos escenarios proyectados se muestra en la figura 6.

**Cuadro 17.** Principales parámetros supuestos para la producción de carne.

Parámetro		Escenario con medidas
Área de pastoreo (Mha)	14,2	12,8
Fracción del área de pastoreo como pastizal natural (%)	81	58
Stock vacuno de carne (millones de cabezas)	11,4	14,5
Faena (kt de peso vivo/año)	968	2275
Productividad (kg carne/ha)	68	178
Productividad (kg carne/cabeza)	85	156
Emisiones totales de GEI (Mt CO <sub>2</sub> -eq/año)	24,9	36,1
Emisiones por producto (kg CO <sub>2</sub> -eq/kg peso vivo)	25,8	15,9

**Cuadro 18.** Composición del rodeo y ganancia diaria de peso promedio para cada categoría en 2007 y en 2030.

Categoría	Composición del rodeo (%)		Ganancia de peso vivo (kg/día)	
	2007	2030 (medidas)	2007	2030 (medidas)
Toros	1,4	1	0,25	0,27
Vacas de cría	36,3	31,5	0,1	0,22
Vacas y vaquillonas de invernada	4,2	5	0,33	0,58
Novillos 3 años	6	0,1	0,31	0,55
Novillos 2-3 años	7,6	4	0,35	0,6
Novillos 1-2 años	9,2	14	0,37	0,64
Vaquillonas >2 años	3,9	0,2	0,32	0,59
Vaquillonas 1-2 años	9,5	15	0,22	0,59
Terberos	21,9	29,5	0,3	0,42
<b>Total/Promedio</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>0,23</b>	<b>0,43</b>

Los datos de emisiones estimadas se indican en el cuadro 17 (últimas dos líneas) y en la figura 7.

Se asume que en este escenario también mejoran todos los índices de productividad, a pesar de una disminución en el área total de pastoreo. Se asume que el stock de ganado vacuno de carne aumenta levemente hacia 2030, un 27% en el escenario con medidas, con relación al nivel actual. Análogamente a lo que ocurrirá en el escenario de línea de base, debido a las importantes mejoras en la alimentación y el manejo del ganado, el nivel de faena aumenta en este caso en un 135%.

Las emisiones de gases de efecto invernadero relacionadas con la producción de carne vacuna aumentarían en 50%. Sin embargo, referidas a unidad de producto, las emisiones en

este escenario se reducirían de 25 kg CO<sub>2</sub>/kg de peso vivo (valor correspondiente a 2007) a 16 kg CO<sub>2</sub>/kg de peso vivo en 2030.

## Leche

Se asume que la población de vacas en ordeño continuará su tendencia creciente aunque a tasas más reducidas, un 2,5% para el escenario con medidas.

Se asume que la productividad continuará creciendo hasta 2030, también a tasas menores, a un 2,5% anual en el escenario con medidas. A su vez, la relación vacas en ordeño/vacas masa se incrementará hasta alcanzar antes de 2020 un valor de 0,81, en el cual se estabilizará. El cuadro 19 y la figura 8 resumen los principales parámetros para la producción lechera y sus emisiones de gases de efecto invernadero.

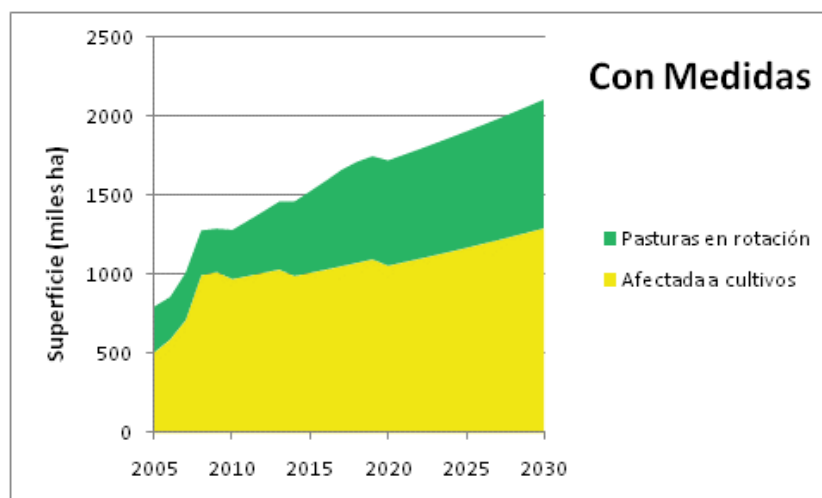
**Cuadro 19.** Parámetros asumidos para producción lechera, y emisiones de gases de efecto invernadero estimadas en el escenario con medidas.

Parámetro	Actual	Con medidas	
	2010	2020	2030
Vacas en ordeño (miles)	304	357	411
Vacas en ordeño/vacas masa	0,74	0,81	0,81
Productividad (L/vaca masa/año)	4150	5274	6686
Producción (millones L/ año)	1680	2335	3404
Emisiones de GEI (Mt CO <sub>2</sub> -eq/año)	1,82	2,21	2,75
Emisiones por producto (kg CO <sub>2</sub> -eq/L)	1,1	0,9	0,8

## Agricultura de secano

Las medidas de mitigación consisten en: a) incrementar la relación pradera/cultivo de 0,2 a 0,6 en 2030; b) lograr que la mayor parte del área de sistemas de agricultura de secano (incluyendo el área de pasturas en rotación con estos cultivos) se encuentre bajo sistemas de siembra directa permanentes; y c) lograr que una fracción del área de dichos sistemas agrícola-ganaderos cuente con sistemas de riego. Como consecuencia de estas medidas se espera un incremento en la remoción de CO<sub>2</sub> de la atmósfera y un consecuente incremento en los reservorios de carbono en los suelos.

La figura 18 muestra la evolución proyectada del área sembrada con cultivos y del área afectada a cultivos. La separación entre ambas curvas indica una tendencia hacia la intensificación a través de un creciente número de cultivos por año. Las medidas de mitigación y adaptación no afectan el número de cultivos por año. La figura 10 muestra la evolución del área afectada a agricultura de secano, discriminando el área afectada a cultivos y a pasturas en cada año.



**Figura 18.** Evolución de las áreas afectadas a cultivos agrícolas de secano y de las áreas bajo praderas en rotación con esos cultivos durante el período 2005-2030. La suma de ambos componentes constituye el área total afectada a sistemas de rotación cultivos-pasturas.

**Cuadro 20.** Evolución de las áreas sembradas con cultivos y pasturas y de los diferentes parámetros de intensificación agrícola (No. de cultivos por año y fracción del área bajo rotación cultivos/pasturas que está sembrada con praderas).

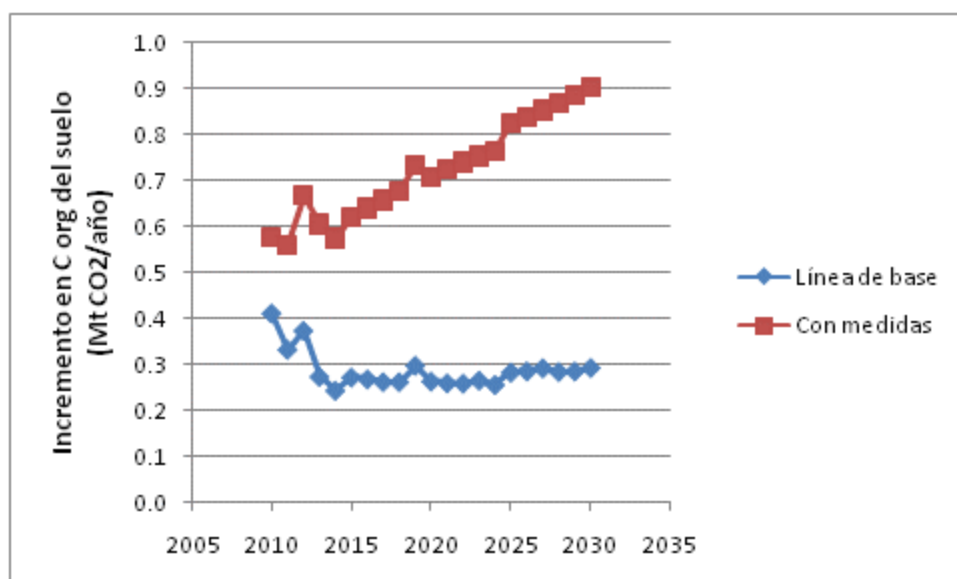
Parámetro	Actual	Con medidas	
	2010	2020	2030
Suma del área de cultivos (miles ha)	1555	1900	2320
Área afectada a cultivos (miles ha)	972	1055	1290
Área pasturas en rotación (miles ha)	290	666	816
No. de cultivos por año	1,6	1,8	1,8
Fracción del área bajo praderas (%)	23	35	35

La figura 11 y el cuadro 21 muestran la evolución de las áreas sembradas de cada uno de los principales cultivos de secano. Ambos escenarios coinciden en este parámetro, ya que las medidas de mitigación no implican cambios en el área de los cultivos.

**Cuadro 21.** Evolución de las áreas sembradas de cada cultivo (miles de hectáreas por año).

Cultivo	Actual	Con medidas	
	2010	2020	2030
Trigo	478	583	711
Cebada cervecera	126	153	187
Maíz	117	148	184
Sorgo	93	113	138
Girasol	70	85	104
Soja	672	810	998

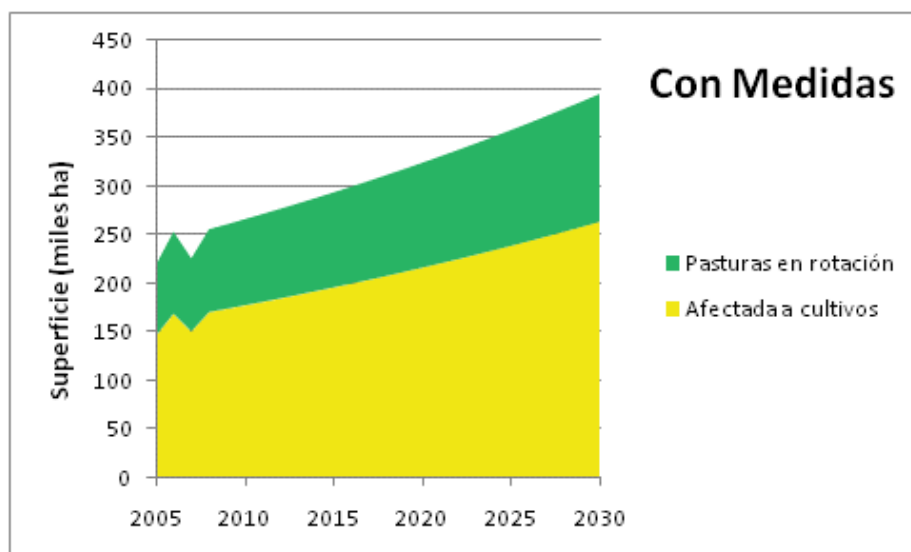
La producción total de todos los cultivos se incrementará en igual medida que en el escenario de base, como producto de la combinación de crecimiento en área y en productividad. Al igual que en aquel escenario, aquí se espera un importante crecimiento del total de granos cosechados en sistemas de agricultura de secano. Esto implicará una fuerte reducción en las emisiones de gases de efecto invernadero por unidad de producto, ya que no se espera un significativo incremento en las emisiones para obtener esa creciente producción. Por otra parte, las medidas de mitigación en este sector podrán resultar en incrementos en el secuestro de carbono. En la fig. 19 se presenta el incremento anual neto en el contenido de C orgánico de los suelos de Uruguay incluyendo todos los usos (el método usado para construir esta gráfica no permite separar la cantidad atribuible a cada uso). Una fracción de los incrementos es atribuible a las medidas en la agricultura de secano.



**Figura 19.** Evolución del secuestro de carbono en suelos del Uruguay, incluyendo todos los usos de la tierra (bosques, pastizales y tierras cultivadas) para los escenarios de base y con medidas, durante el período 2005-2030. Los datos se presentan como medias móviles de 5 años, siendo el año reportado el último del grupo de 5 años considerados.

## Arroz

Ambos escenarios muestran la misma área sembrada en cada año, pero en el escenario con medidas se verifica una mayor siembra de pasturas en rotación con el cultivo



**Figura 20.** Evolución de las áreas de arroz y de las praderas en rotación con ese cultivo durante el período 2005-2030. La suma de ambos componentes constituye el área total afectada a sistemas de rotación arroz-pasturas.

Al igual que en el caso de los cultivos de secano, se espera que la productividad del arroz continúe su tendencia histórica al aumento. Los incrementos esperados son iguales para ambos escenarios (fig. 20).

## Silvicultura

Se identificaron cinco sistemas principales de producción forestal en función de las especies plantadas y del manejo forestal. Los sistemas para producción de celulosa son de turnos relativamente cortos (10 años), mientras que los sistemas de producción orientados a la producción de madera apta para la industria de aserrado y laminado tienen costos de podas y raleos, y se caracterizan por turnos de rotación prolongados (18 a 25 años). En el cuadro 10 se resumen las características básicas de estos sistemas. En este escenario la productividad se asumió con un incremento anual de 0,6%.

En el cuadro 22 se presenta la proyección del área acumulada de bosques plantados bajo cada uno de los sistemas. Se observa que en este escenario tanto la superficie total plantada como la proporción de esa superficie que está bajo sistemas de producción de madera con destino aserrable/laminable son mayores que en el escenario de línea de base.

**Cuadro 22.** Áreas de bosques plantados acumuladas por sistema de producción (miles de hectáreas), en el presente, y en los años 2020 y 2030.

Sistema forestal	Actual	Con medidas	
	2010	2020	2030
<i>E. grandis</i> y similares, celulosa	121	165	183
<i>E. grandis</i> y similares, celulosa	129	313	386
<i>E. grandis</i> y similares, madera maciza	201	224	233
<i>E. grandis</i> y similares, madera maciza	75	183	229
Pinos	181	272	308

El cuadro 23 muestra los volúmenes proyectados de madera cosechada. Si comparamos con el escenario de base, el escenario con medidas muestra mayores volúmenes de madera cosechada para todos los productos, siendo la diferencia mayor para los productos destinados a la industria de aserrado y laminado.

**Cuadro 23.** Volúmenes de madera cosechada (miles de m<sup>3</sup> por año) discriminados por tipo de producto, en los años 2010, 2020 y 2030. Los datos son medias móviles de 5 años (para madera pulpable y leña) y de 9 años (madera aserrable/laminable), con el año reportado ubicado en el año central de cada serie.

Cultivo	Actual	Con medidas	
	2010	2020	2030
Madera aserrable (E. grandis y similares)	991	1765	6113
Madera aserrable (E. globulus y similares)	0	405	1651
Madera aserrable (pinos)	695	3965	4046
Madera pulpable (E. grandis y similares)	1988	4969	7767
Madera pulpable (E. globulus y similares)	2163	3747	5234
Madera pulpable/biomasa (pinos)	934	2313	2733
Leña de eucalipto	656	1150	2076

Como consecuencia de las medidas, se proyecta que el secuestro de carbono por los bosques sea mayor que en el escenario de base.

#### Flujos de inversión y financiamiento en el escenario con medidas

En el cuadro 24 se presentan las estimaciones realizadas para el escenario con medidas en miles de dólares de 2005. En el cuadro 25 se presenta el total desagregado por fuentes.

**Cuadro 24.** Estimación de flujos de fondos e inversiones (miles de US\$ de 2005) en los sectores seleccionados en el escenario con medidas para el período 2006-2030

Año	ESCENARIO CON MEDIDAS								
	Sector Agropecuario - miles de USD de 2005								
	Silvicultura			Carne vacuna y leche			Agricultura		
	FI	FF	OyM	FI	FF	OyM	FI	FF	OyM
2006	149152	3270	103249	720297	22953	540227	585914	24950	831555
2007	193945	4219	121842	790356	24522	564744	640199	28695	1010129
2008	137857	3739	126415	829143	25639	592216	659436	32520	1228629
2009	156642	3640	118679	836658	26273	620722	643624	34990	1397525
2010	195639	3858	117274	812901	26503	655134	592765	36867	1564400
2011	216569	4245	127200	836453	27240	673881	604733	37953	1618999
2012	222383	4136	129031	850816	27807	691107	615672	38838	1662090
2013	218986	4690	154610	865226	28380	708641	626858	39750	1706521
2014	216598	5296	182655	880091	28995	728179	635751	40500	1743148
2015	200536	6744	248548	894621	29585	746469	647394	41459	1790060
2016	196322	6612	257977	909244	30186	765245	659301	42445	1838451
2017	180930	6868	266772	923931	30795	784373	671476	43461	1888377
2018	175069	6324	245039	940664	31521	808670	681947	44411	1935880
2019	157869	5561	221136	959503	32342	836741	690597	45288	1980620
2020	151495	5573	229852	979029	33227	868010	696820	45982	2016279
2021	135102	5360	227341	998412	34094	898246	705668	46893	2062964
2022	132381	5800	254668	1018094	34987	929665	714644	47827	2110854
2023	120276	7384	326474	1038055	35902	962131	723748	48782	2159985
2024	118905	8812	384189	1058342	36845	995893	732984	49760	2210391
2025	106107	10437	446633	1078933	37812	1030805	742353	50762	2262112
2026	100930	9535	418720	1099879	38810	1067137	751857	51787	2315185
2027	83721	7522	333820	1121160	39835	1104731	761500	52838	2369652
2028	79742	7599	338643	1142827	40892	1143882	771282	53914	2425552
2029	61945	6988	317939	1164862	41979	1184416	781206	55016	2482929
2030	55135	6848	319493	1187319	43102	1226656	791275	56144	2541827
<b>Total</b>	<b>3764234</b>	<b>151058</b>	<b>6018199</b>	<b>23936818</b>	<b>810227</b>	<b>21127920</b>	<b>17129004</b>	<b>1091831</b>	<b>47154116</b>

**Cuadro 24 (cont.)** Estimación de flujos de fondos e inversiones (miles de US\$ de 2005) en los sectores seleccionados en el escenario con medidas para el período 2006-2030

Año	ESCENARIO CON MEDIDAS		
	Sector Agropecuario - miles de USD de 2005		
	FI	FF	OyM
2006	1455363	51173	1475031
2007	1624500	57436	1696715
2008	1626436	61898	1947260
2009	1636924	64903	2136926
2010	1601305	67228	2336808
2011	1657755	69438	2420080
2012	1688871	70781	2482228
2013	1711070	72820	2569772
2014	1732440	74791	2653982
2015	1742551	77788	2785077
2016	1764867	79243	2861673
2017	1776337	81124	2939522
2018	1797680	82256	2989589
2019	1807969	83191	3038497
2020	1827344	84782	3114141
2021	1839182	86347	3188551
2022	1865119	88614	3295187
2023	1882079	92068	3448590
2024	1910231	95417	3590473
2025	1927393	99011	3739550
2026	1952666	100132	3801042
2027	1966381	100195	3808203
2028	1993851	102405	3908077
2029	2008013	103983	3985284
2030	2033729	106094	4087976
<b>Total</b>	<b>44830056</b>	<b>2053117</b>	<b>74300235</b>

**Cuadro 25.** Fuentes de los flujos de fondos e inversiones (miles de US\$ de 2005) en los sectores seleccionados en el escenario con medidas para el período 2006-2030.

			ESCENARIO CON MEDIDAS Sector Agropecuario 2006-2030								
			Silvicultura			Carne vacuna y leche			Agricultura		
			FI	FF	OyM	FI	FF	OyM	FI	FF	OyM
HOGARES	Doméstica	Capital propio y deuda									
EMPRESAS	Doméstica	Capital propio	322302	7713	131702	11291862	68609	9011697	9917817	42788	20096819
		Préstamos domésticos	254520	0	577029	7783521	0	8451168	3006939	0	18861647
	Externa	IED	3161911	77131	5061559	4861436	20583	3665055	4204247	14263	8195651
		Préstamos externos	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		Asistencia externa	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Total Empresas			3738733	84844	5770290	23936818	89192	21127920	17129004	57051
GOB	Doméstica	Fondos propios (presup.)	25501	66214	247910	0	721036	0	0	1028530	0
	Externa	Préstamos externos	0	0	0	0	0	0	0	6250	0
		Asistencia externa	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Total Gobierno			25501	66214	247910	0	721036	0	0	1034780
<b>TOTAL</b>			<b>3764234</b>	<b>151058</b>	<b>6018199</b>	<b>23936818</b>	<b>810227</b>	<b>21127920</b>	<b>17129004</b>	<b>1091831</b>	<b>47154116</b>



**Cuadro 25 (cont).** Fuentes de los flujos de fondos e inversiones (miles de US\$ de 2005) en los sectores seleccionados en el escenario con medidas para el período 2006-2030.

			ESCENARIO CON MEDIDAS Sector Agropecuario 2006-2030		
			FI	FF	OyM
HOGARES	Doméstica	Capital propio y deuda			
EMPRESAS	Doméstica	Capital propio	21531981	119110	29240218
		Préstamos domésticos	11044980	0	27889844
	Externa	IED	12227594	111977	16922265
		Préstamos externos	0	0	0
		Asistencia externa	0	0	0
	Total Empresas			44804555	231087
GOB	Doméstica	Fondos propios (presup.)	25501	1815780	247910
	Externa	Préstamos externos	0	6250	0
		Asistencia externa	0	0	0
	Total Gobierno			25501	1822030
<b>TOTAL</b>			<b>44830056</b>	<b>2053117</b>	<b>74300235</b>

### 3. Resultados

#### 3.1 Cambios incrementales en los flujos de inversión y financieros y en los costos de operación y mantenimiento

Los escenarios incrementales se presentan para cada sector, discriminando entre las fracciones de los flujos que corresponden a adaptación y a mitigación.

##### *Silvicultura*

El costo incremental total de las medidas en el sector silvicultura para el período 2006-2030, expresado en valor actual neto en el año 2006 es de **1320 millones de dólares** (a precios de 2005).

El total para medidas de **adaptación** se estimó en 132 millones US\$, siendo 94,4 millones US\$ para inversiones y 36 millones US\$ para operación y mantenimiento. En tanto, el flujo correspondiente a las medidas de **mitigación** es de 1188 millones US\$, siendo 850 millones US\$ para inversiones y 326 millones US\$ para O&M. Los valores anuales se presentan en los cuadros 18, y las fuentes de los fondos para adaptación y mitigación se muestran en los cuadros 19 y 20, respectivamente.

**Cuadro 26.** Estimación de flujos de inversiones y financieros (miles de US\$ de 2005) en el sector silvicultura para los escenarios de referencia y con medidas, y los incrementos correspondientes a mitigación y adaptación, para el período 2006-2030 y actualizados a 2006 con una tasa de descuento del 1%.

<b>AÑO</b>	<b>ESCENARIO DE BASE</b>	<b>ESCENARIO CON MEDIDAS</b>	<b>INCREMENTO POR ADAPTACIÓN</b>	<b>INCREMENTO POR MITIGACIÓN</b>	<b>INCREMENTO TOTAL</b>
2006	255430	255672	24	217	241
2007	319425	320005	58	522	580
2008	243075	268010	2494	22442	24936
2009	230598	278961	4836	43526	48362
2010	250020	316771	6675	60076	66751
2011	275568	348013	7245	65201	72446
2012	279406	355549	7614	68529	76143
2013	300697	378285	7759	69829	77588
2014	324489	404549	8006	72054	80060
2015	376653	455829	7918	71258	79176
2016	381007	460912	7990	71914	79904
2017	376566	454569	7800	70203	78003
2018	349292	426431	7714	69426	77140
2019	313122	384566	7144	64299	71443
2020	317365	386920	6955	62599	69554
2021	301623	367803	6618	59562	66180
2022	326233	392849	6662	59954	66616
2023	388773	454135	6536	58826	65362
2024	444113	511906	6779	61014	67793
2025	505390	563177	5779	52008	57787
2026	464351	529185	6483	58351	64834
2027	370201	425063	5486	49376	54862
2028	371788	425983	5420	48776	54196
2029	338613	386871	4826	43432	48258
2030	333612	381475	4786	43077	47863
<b>TOTAL</b>	<b>8437411</b>	<b>9933491</b>	<b>149608</b>	<b>1346472</b>	<b>1496080</b>
<b>Valor descontado a 2006</b>			<b>132049</b>	<b>1188436</b>	<b>1320485</b>

**Cuadro 27.** Fuentes de los flujos de fondos e inversiones (miles de US\$ de 2005) en el sector silvicultura aplicables a adaptación para el período 2006-2030. Y flujos actualizados a 2006 descontados al 1%.

AÑO	EMPRESAS NACIONALES		IED	GOB.	TOTAL
	CAPITAL PROPIO	PREST.			
2006	2	0	22	0	24
2007	6	0	52	0	58
2008	248	1	2244	0	2494
2009	474	16	4336	10	4836
2010	649	36	5966	24	6675
2011	697	57	6451	40	7245
2012	726	79	6752	57	7614
2013	729	104	6851	76	7759
2014	740	130	7041	94	8006
2015	708	166	6929	114	7918
2016	703	190	6967	130	7990
2017	672	215	6766	147	7800
2018	661	228	6665	161	7714
2019	604	238	6129	173	7144
2020	574	258	5938	186	6955
2021	534	273	5613	198	6618
2022	520	299	5634	209	6662
2023	463	349	5499	225	6536
2024	447	395	5698	239	6779
2025	300	446	4776	256	5779
2026	374	448	5402	260	6483
2027	317	410	4500	259	5486
2028	299	425	4431	265	5420
2029	246	421	3891	268	4826
2030	233	431	3851	270	4786
<b>Total</b>	<b>11928</b>	<b>5616</b>	<b>128405</b>	<b>3660</b>	<b>149608</b>
<b>VAN 2006</b>	<b>10649</b>	<b>4750</b>	<b>113546</b>	<b>3104</b>	<b>132049</b>

<b>Año</b>	<b>Flujo de Inversiones</b>	<b>Flujo de Fondos</b>	<b>Costos de O&amp;M</b>	<b>Total</b>
2006	24	0	0	24
2007	56	0	1	58
2008	2458	21	14	2494
2009	4701	42	94	4836
2010	6394	58	223	6675
2011	6813	63	368	7245
2012	7029	67	519	7614
2013	6987	69	703	7759
2014	7028	72	906	8006
2015	6638	75	1205	7918
2016	6519	76	1395	7990
2017	6139	76	1585	7800
2018	5967	76	1671	7714
2019	5347	70	1727	7144
2020	5002	69	1884	6955
2021	4557	67	1993	6618
2022	4364	70	2229	6662
2023	3765	75	2696	6536
2024	3564	84	3132	6779
2025	2072	84	3622	5779
2026	2774	88	3621	6483
2027	2187	74	3225	5486
2028	1982	75	3362	5420
2029	1441	70	3315	4826
2030	1303	70	3413	4786
<b>Total</b>	<b>105112</b>	<b>1593</b>	<b>42903</b>	<b>149608</b>
<b>VAN 2006</b>	<b>94461</b>	<b>1390</b>	<b>36198</b>	<b>132049</b>

**Cuadro 28.** Fuentes de los flujos de fondos e inversiones (miles de US\$ de 2005) en el sector silvicultura aplicables a mitigación para el período 2006-2030 y flujos actualizados al 2006, descontados al 1%.

AÑO	EMPRESAS NACIONALES		IED	GOB.	TOTAL
	CAPITAL PROPIO	PREST.			
2006	22	0	196	0	217
2007	51	1	470	0	522
2008	2230	12	20199	0	22442
2009	4269	148	39022	87	43526
2010	5844	322	53698	212	60076
2011	6276	510	58058	356	65201
2012	6531	710	60772	515	68529
2013	6559	933	61656	681	69829
2014	6662	1172	63373	846	72054
2015	6375	1498	62357	1029	71258
2016	6331	1713	62699	1171	71914
2017	6044	1935	60898	1326	70203
2018	5945	2050	59984	1446	69426
2019	5432	2145	55161	1561	64299
2020	5169	2318	53441	1671	62599
2021	4809	2453	50521	1778	59562
2022	4676	2690	50708	1880	59954
2023	4171	3142	49489	2025	58826
2024	4026	3553	51282	2153	61014
2025	2704	4018	42983	2302	52008
2026	3368	4030	48618	2336	58351
2027	2854	3692	40497	2333	49376
2028	2689	3822	39881	2384	48776
2029	2211	3792	35017	2412	43432
2030	2100	3881	34662	2434	43077
<b>TOTAL</b>	<b>107348</b>	<b>50542</b>	<b>1155643</b>	<b>32939</b>	<b>1346472</b>
<b>VAN 2006</b>	<b>95841</b>	<b>42747</b>	<b>1021912</b>	<b>27936</b>	<b>1188436</b>

<b>Año</b>	<b>Flujo de Inversiones</b>	<b>Flujo de Fondos</b>	<b>Costos de O&amp;M</b>	<b>Total</b>
2006	213	2	2	217
2007	508	4	10	522
2008	22126	193	123	22442
2009	42308	374	844	43526
2010	57550	521	2005	60076
2011	61317	570	3314	65201
2012	63257	601	4671	68529
2013	62880	621	6328	69829
2014	63250	652	8152	72054
2015	59742	673	10843	71258
2016	58674	684	12556	71914
2017	55253	687	14262	70203
2018	53703	681	15041	69426
2019	48121	632	15546	64299
2020	45017	625	16957	62599
2021	41016	605	17941	59562
2022	39272	626	20057	59954
2023	33885	676	24265	58826
2024	32072	755	28187	61014
2025	18652	759	32598	52008
2026	24968	796	32587	58351
2027	19686	666	29024	49376
2028	17840	678	30258	48776
2029	12969	626	29837	43432
2030	11729	629	30720	43077
<b>TOTAL</b>	<b>946005</b>	<b>14336</b>	<b>386130</b>	<b>1346472</b>
<b>VAN 2006</b>	<b>850140</b>	<b>12518</b>	<b>325778</b>	<b>1188436</b>

*Producción de carne y leche*

El costo incremental total de las medidas en el sector ganadería para el período 2006-2030, expresado en valor actual neto en el año 2005 es de **1837 millones de dólares** (a precios de 2005).

El total para medidas de **adaptación** se estimó en 551 millones US\$, siendo 342 millones US\$ para inversiones y casi 200 millones US\$ para operación y mantenimiento. En tanto, el flujo correspondiente a las medidas de **mitigación** es de 1286 millones US\$, siendo unos 800 millones US\$ para inversiones y 466 millones US\$ para O&M. Los valores anuales se presentan en el cuadros 21, y las fuentes de los fondos para adaptación y mitigación se muestran en los cuadros 22 y 23, respectivamente.

**Cuadro 29.** Estimación de flujos de fondos e inversiones (miles de US\$ de 2005) en el sector ganadero para los escenarios de referencia y con medidas, y los incrementos correspondientes a mitigación y adaptación, para el período 2006-2030 y flujos descontados a 2006, con tasa del 1%.

<b>AÑO</b>	<b>ESCENARIO DE BASE</b>	<b>ESCENARIO CON MEDIDAS</b>	<b>INCREMENTO POR ADAPTACIÓN</b>	<b>INCREMENTO POR MITIGACIÓN</b>	<b>INCREMENTO TOTAL</b>
2006	1276848	1283478	1989	4640	6629
2007	1367885	1379622	3521	8216	11737
2008	1429981	1446998	5105	11912	17017
2009	1460848	1483653	6841	15963	22804
2010	1466933	1494538	8281	19323	27604
2011	1510883	1537574	8007	18683	26690
2012	1537162	1569730	9770	22797	32567
2013	1570966	1602247	9384	21897	31281
2014	1595925	1637265	12402	28938	41340
2015	1635603	1670675	10522	24551	35073
2016	1659064	1704676	13684	31928	45612
2017	1695596	1739099	13051	30452	43503
2018	1721934	1780855	17676	41244	58920
2019	1766122	1828586	18739	43725	62464
2020	1797126	1880266	24942	58198	83140
2021	1838911	1930752	27552	64289	91841
2022	1868929	1982746	34145	79672	113817
2023	1917670	2036088	35525	82893	118418
2024	1950416	2091080	42199	98464	140663
2025	1995930	2147550	45486	106134	151620
2026	2030147	2205826	52704	122976	175680
2027	2084748	2265726	54293	126684	180977
2028	2121421	2327601	61854	144326	206180
2029	2171935	2391258	65797	153526	219323
2030	2217613	2457077	71839	167625	239464
<b>TOTAL</b>	<b>43690597</b>	<b>45874966</b>	<b>655311</b>	<b>1529058</b>	<b>2184369</b>
<b>Valor descontado a 2006</b>			<b>551300</b>	<b>1286364</b>	<b>1837664</b>

**Cuadro 30.** Fuentes de los flujos de fondos e inversiones (miles de US\$ de 2005) en el sector ganadería aplicables a adaptación para el período 2006-2030 y flujos actualizados al 2006, descontados al 1%.

AÑO	EMPRESAS NACIONALES		IED	GOB.	TOTAL
	CAPITAL PROPIO	PREST.			
2006	1210	532	215	31	1989
2007	2165	884	416	55	3521
2008	3114	1257	653	80	5105
2009	4101	1690	943	108	6841
2010	4923	2006	1223	130	8281
2011	5802	897	1182	126	8007
2012	5587	2491	1539	154	9770
2013	6090	1669	1478	148	9384
2014	6644	3610	1953	195	12402
2015	6126	2469	1761	166	10522
2016	6663	4516	2290	215	13684
2017	6943	3719	2184	206	13051
2018	8248	6192	2958	278	17676
2019	9258	5866	3320	295	18739
2020	11316	8814	4419	393	24942
2021	13326	8911	4881	434	27552
2022	15522	12036	6049	538	34145
2023	16741	11931	6294	559	35525
2024	18465	15178	7892	665	42199
2025	20641	15622	8506	716	45486
2026	22903	19115	9856	830	52704
2027	24044	19241	10153	855	54293
2028	26372	22941	11567	974	61854
2029	28056	23753	12952	1036	65797
2030	29351	27215	14142	1131	71839
<b>TOTAL</b>	<b>303612</b>	<b>222554</b>	<b>118824</b>	<b>10320</b>	<b>655311</b>
<b>VAN 2006</b>	<b>257148</b>	<b>185964</b>	<b>99506</b>	<b>8682</b>	<b>551300</b>



<b>Año</b>	<b>Flujo de Inversiones</b>	<b>Flujo de Fondos</b>	<b>Costos de O&amp;M</b>	<b>Total</b>
2006	730	31	1228	1989
2007	1459	55	2006	3521
2008	2189	80	2836	5105
2009	2919	108	3815	6841
2010	3648	130	4503	8281
2011	3888	126	3993	8007
2012	6233	154	3383	9770
2013	5670	148	3566	9384
2014	8552	195	3655	12402
2015	7416	166	2940	10522
2016	10372	215	3096	13684
2017	9736	206	3109	13051
2018	13278	278	4120	17676
2019	13285	295	5159	18739
2020	17428	393	7121	24942
2021	18059	434	9059	27552
2022	22385	538	11223	34145
2023	22505	559	12461	35525
2024	26878	665	14656	42199
2025	27719	716	17051	45486
2026	32312	830	19562	52704
2027	32510	855	20928	54293
2028	37250	974	23630	61854
2029	38326	1036	26434	65797
2030	42521	1131	28187	71839
<b>TOTAL</b>	<b>407269</b>	<b>10320</b>	<b>237722</b>	<b>655311</b>
<b>VAN 2006</b>	<b>342757</b>	<b>8682</b>	<b>199861</b>	<b>551300</b>

**Cuadro 31.** Fuentes de los flujos de fondos e inversiones (miles de US\$ de 2005) en el sector ganadería aplicables a mitigación para el período 2006-2030 y flujos actualizados al 2006, descontados al 1%.

AÑO	EMPRESAS NACIONALES		IED	GOB.	TOTAL
	CAPITAL PROPIO	PREST.			
2006	2824	1241	502	73	4640
2007	5053	2064	970	129	8216
2008	7267	2933	1524	188	11912
2009	9570	3942	2200	251	15963
2010	11486	4680	2853	304	19323
2011	13538	2092	2758	294	18683
2012	13036	5813	3590	359	22797
2013	14209	3895	3448	345	21897
2014	15503	8422	4557	456	28938
2015	14295	5762	4108	387	24551
2016	15547	10536	5342	503	31928
2017	16199	8678	5095	480	30452
2018	19246	14448	6901	650	41244
2019	21601	13688	7747	689	43725
2020	26404	20567	10311	917	58198
2021	31095	20792	11390	1012	64289
2022	36218	28085	14115	1255	79672
2023	39062	27839	14686	1305	82893
2024	43086	35414	18414	1551	98464
2025	48163	36452	19848	1671	106134
2026	53441	44601	22997	1937	122976
2027	56104	44895	23691	1995	126684
2028	61535	53528	26990	2273	144326
2029	65463	55424	30222	2418	153526
2030	68486	63502	32997	2640	167625
<b>TOTAL</b>	<b>708429</b>	<b>519293</b>	<b>277257</b>	<b>24080</b>	<b>1529058</b>
<b>VAN 2006</b>	<b>600010</b>	<b>433918</b>	<b>232179</b>	<b>20257</b>	<b>1286364</b>

<b>Año</b>	<b>Flujo de Inversiones</b>	<b>Flujo de Fondos</b>	<b>Costos de O&amp;M</b>	<b>Total</b>
<b>2006</b>	1703	73	2865	4640
<b>2007</b>	3405	129	4682	8216
<b>2008</b>	5108	188	6616	11912
<b>2009</b>	6810	251	8902	15963
<b>2010</b>	8513	304	10507	19323
<b>2011</b>	9071	294	9318	18683
<b>2012</b>	14545	359	7894	22797
<b>2013</b>	13231	345	8321	21897
<b>2014</b>	19954	456	8528	28938
<b>2015</b>	17305	387	6859	24551
<b>2016</b>	24201	503	7224	31928
<b>2017</b>	22718	480	7255	30452
<b>2018</b>	30981	650	9614	41244
<b>2019</b>	30999	689	12037	43725
<b>2020</b>	40665	917	16617	58198
<b>2021</b>	42138	1012	21138	64289
<b>2022</b>	52231	1255	26187	79672
<b>2023</b>	52512	1305	29076	82893
<b>2024</b>	62716	1551	34198	98464
<b>2025</b>	64678	1671	39785	106134
<b>2026</b>	75394	1937	45645	122976
<b>2027</b>	75857	1995	48833	126684
<b>2028</b>	86916	2273	55137	144326
<b>2029</b>	89428	2418	61680	153526
<b>2030</b>	99216	2640	65769	167625
<b>TOTAL</b>	<b>950294</b>	<b>24080</b>	<b>554684</b>	<b>1529058</b>
<b>VAN 2006</b>	<b>799765</b>	<b>20257</b>	<b>466342</b>	<b>1286364</b>

*Cultivos de cereales y oleaginosas*

El costo incremental total de las medidas en el sector agricultura para el período 2006-2030, expresado en valor actual neto en el año 2005 es de **1440 millones de dólares** (a precios de 2005).

El total para medidas de **adaptación** se estimó en 432 millones US\$, siendo 216 millones US\$ para inversiones y 208 millones US\$ para operación y mantenimiento. En tanto, el flujo correspondiente a las medidas de **mitigación** es de 1008 millones US\$, siendo 505 millones US\$ para inversiones y 487 millones US\$ para O&M. Los valores anuales se presentan en el cuadros 24, y las fuentes de los fondos para adaptación y mitigación se muestran en los cuadros 25 y 26, respectivamente.

**Cuadro 32.** Estimación de flujos de fondos e inversiones (miles de US\$ de 2005) en el sector agricultura para los escenarios de referencia y con medidas, y los incrementos correspondientes a mitigación y adaptación, para el período 2006-2030 y flujos descontados al 2006, utilizando una tasa del 1%.

<b>AÑO</b>	<b>ESCENARIO DE BASE</b>	<b>ESCENARIO CON MEDIDAS</b>	<b>INCREMENTO POR ADAPTACIÓN</b>	<b>INCREMENTO POR MITIGACIÓN</b>	<b>INCREMENTO TOTAL</b>
2006	1441267	1442419	346	807	1153
2007	1676719	1679024	691	1613	2304
2008	1917024	1920584	1068	2492	3560
2009	2071345	2076139	1438	3356	4794
2010	2187051	2194031	2094	4886	6980
2011	2243775	2261685	5373	12537	17910
2012	2287609	2316601	8698	20294	28992
2013	2336073	2373129	11117	25939	37056
2014	2374638	2419399	13428	31333	44761
2015	2422350	2478913	16969	39594	56563
2016	2475044	2540197	19546	45607	65153
2017	2528737	2603315	22373	52204	74577
2018	2581909	2662239	24099	56231	80330
2019	2630435	2716506	25821	60249	86070
2020	2670653	2759080	26528	61899	88427
2021	2724533	2815526	27298	63695	90993
2022	2779699	2873325	28088	65538	93626
2023	2832542	2932515	29992	69981	99973
2024	2889733	2993136	31021	72382	103403
2025	2948892	3055227	31900	74434	106334
2026	3009487	3118830	32803	76541	109344
2027	3066994	3183989	35098	81896	116994
2028	3130493	3250747	36076	84178	120254
2029	3195553	3319151	37079	86518	123597
2030	3258033	3389247	39364	91850	131214
<b>TOTAL</b>	<b>63680587</b>	<b>65374952</b>	<b>508309</b>	<b>1186055</b>	<b>1694364</b>
<b>Valor descontado a 2006</b>			<b>431952</b>	<b>1007887</b>	<b>1439839</b>

**Cuadro 33.** Fuentes de los flujos de fondos e inversiones (miles de US\$ de 2005) en el sector agricultura aplicables a adaptación para el período 2006-2030, y flujos descontados al 2006, con una tasa de 1%.

AÑO	EMPRESAS NACIONALES		IED	GOB.	TOTAL
	CAPITAL PROPIO	PREST.			
2006	382	-83	42	5	346
2007	755	-166	92	11	691
2008	1134	-237	155	17	1068
2009	1501	-311	226	23	1438
2010	1990	-272	343	33	2094
2011	3586	706	996	85	5373
2012	5150	1673	1738	137	8698
2013	6295	2408	2238	175	11117
2014	7494	3014	2709	211	13428
2015	9125	4054	3522	267	16969
2016	10326	4848	4065	308	19546
2017	11655	5705	4662	352	22373
2018	12449	6248	5023	380	24099
2019	13150	6762	5503	407	25821
2020	13570	6894	5647	418	26528
2021	13905	7155	5808	430	27298
2022	14249	7423	5974	442	28088
2023	15150	7991	6379	472	29992
2024	15468	8319	6745	489	31021
2025	15846	8618	6934	502	31900
2026	16234	8925	7128	517	32803
2027	17320	9598	7628	553	35098
2028	17741	9929	7838	568	36076
2029	17994	10270	8232	584	37079
2030	19049	10956	8739	620	39364
<b>TOTAL</b>	<b>261517</b>	<b>130423</b>	<b>108364</b>	<b>8005</b>	<b>508309</b>
<b>VAN 2006</b>	<b>223108</b>	<b>110130</b>	<b>91912</b>	<b>6802</b>	<b>431952</b>

<b>Año</b>	<b>Flujo de Inversiones</b>	<b>Flujo de Fondos</b>	<b>Costos de O&amp;M</b>	<b>Total</b>
<b>2006</b>	86	5	255	346
<b>2007</b>	171	11	509	691
<b>2008</b>	257	17	795	1068
<b>2009</b>	342	23	1074	1438
<b>2010</b>	428	33	1634	2094
<b>2011</b>	2258	85	3030	5373
<b>2012</b>	4090	137	4470	8698
<b>2013</b>	5418	175	5523	11117
<b>2014</b>	6600	211	6617	13428
<b>2015</b>	8532	267	8170	16969
<b>2016</b>	9927	308	9311	19546
<b>2017</b>	11475	352	10546	22373
<b>2018</b>	12385	380	11335	24099
<b>2019</b>	13264	407	12150	25821
<b>2020</b>	13524	418	12587	26528
<b>2021</b>	13883	430	12985	27298
<b>2022</b>	14251	442	13394	28088
<b>2023</b>	15217	472	14302	29992
<b>2024</b>	15730	489	14802	31021
<b>2025</b>	16138	502	15260	31900
<b>2026</b>	16556	517	15731	32803
<b>2027</b>	17744	553	16801	35098
<b>2028</b>	18197	568	17311	36076
<b>2029</b>	18659	584	17836	37079
<b>2030</b>	19810	620	18934	39364
<b>TOTAL</b>	<b>254941</b>	<b>8005</b>	<b>245363</b>	<b>508309</b>
<b>VAN 2006</b>	<b>216383</b>	<b>6802</b>	<b>208767</b>	<b>431952</b>

**Cuadro 34.** Fuentes de los flujos de fondos e inversiones (miles de US\$ de 2005) en el sector agricultura aplicables a mitigación para el período 2006-2030, y flujos descontados a 2006 al 1%.

AÑO	EMPRESAS NACIONALES		IED	GOB.	TOTAL
	CAPITAL PROPIO	PREST.			
2006	891	-194	97	13	807
2007	1761	-388	214	25	1613
2008	2646	-554	361	39	2492
2009	3502	-725	526	53	3356
2010	4643	-635	801	77	4886
2011	8368	1646	2325	197	12537
2012	12016	3904	4055	320	20294
2013	14688	5620	5223	408	25939
2014	17486	7033	6320	493	31333
2015	21293	9460	8218	624	39594
2016	24094	11311	9484	718	45607
2017	27194	13311	10877	822	52204
2018	29047	14578	11721	886	56231
2019	30683	15777	12841	949	60249
2020	31664	16085	13175	975	61899
2021	32446	16694	13552	1003	63695
2022	33248	17320	13939	1032	65538
2023	35350	18646	14884	1102	69981
2024	36092	19412	15738	1140	72382
2025	36975	20108	16179	1172	74434
2026	37880	20824	16632	1205	76541
2027	40413	22394	17799	1290	81896
2028	41395	23168	18289	1326	84178
2029	41985	23963	19208	1362	86518
2030	44448	25563	20392	1446	91850
<b>TOTAL</b>	<b>610206</b>	<b>304320</b>	<b>252850</b>	<b>18678</b>	<b>1186055</b>
<b>VAN 2006</b>	<b>520582</b>	<b>256970</b>	<b>214463</b>	<b>15872</b>	<b>1007887</b>

<b>Año</b>	<b>Flujo de Inversiones</b>	<b>Flujo de Fondos</b>	<b>Costos de O&amp;M</b>	<b>Total</b>
2006	200	13	594	807
2007	399	25	1189	1613
2008	599	39	1854	2492
2009	798	53	2505	3356
2010	998	77	3812	4886
2011	5269	197	7071	12537
2012	9544	320	10431	20294
2013	12643	408	12888	25939
2014	15399	493	15440	31333
2015	19907	624	19063	39594
2016	23163	718	21726	45607
2017	26775	822	24607	52204
2018	28898	886	26448	56231
2019	30950	949	28350	60249
2020	31556	975	29369	61899
2021	32395	1003	30297	63695
2022	33253	1032	31253	65538
2023	35507	1102	33372	69981
2024	36703	1140	34539	72382
2025	37656	1172	35607	74434
2026	38630	1205	36705	76541
2027	41403	1290	39203	81896
2028	42459	1326	40393	84178
2029	43538	1362	41617	86518
2030	46224	1446	44180	91850
<b>TOTAL</b>	<b>594863</b>	<b>18678</b>	<b>572514</b>	<b>1186055</b>
<b>VAN 2006</b>	<b>504893</b>	<b>15872</b>	<b>487122</b>	<b>1007887</b>



Todas las medidas

Tabla: Flujos estimados incrementales acumulados, por tipo de inversión, entidad de inversión y fuente de financiamiento, descontados al 1% (miles de dólares de 2005)

Entidad inversora	Fuente de FI&F		Flujos estimados incrementales acumulados											
			Silvicultura			Carne vacuna y leche			Agricultura			Totales		
			FI	FF	OyM	FI	FF	OyM	FI	FF	OyM	FI	FF	OyM
HOGARES	Doméstica	Capital propio y deuda												
EMPRESAS	Doméstica	Capital propio	90338	1030	15121	579337	0	277821	452451	0	291238	1122126	1030	584180
		Préstamos domésticos	14146	0	33351	353402	0	266481	88745	0	278355	456293	0	578187
	Externa	IED	840116	10302	285041	209784	0	121900	180080	0	126295	1229980	10302	533235
		Préstamos externos	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		Asistencia externa	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Total Empresas			944600	11332	333513	1142522	0	666202	721276	0	695888	2808398	11332
GOBIERNO	Doméstica	Fondos propios (presup.)	0	2577	28463	0	28940	0	0	22675	0	0	54192	28463
	Externa	Préstamos externos	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		Asistencia externa	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Total Gobierno			0	2577	28463	0	28940	0	0	22675	0	0	54192
<b>TOTAL</b>			<b>944600</b>	<b>13909</b>	<b>361975</b>	<b>1142522</b>	<b>28940</b>	<b>666202</b>	<b>721276</b>	<b>22675</b>	<b>695888</b>	<b>2808398</b>	<b>65524</b>	<b>1724065</b>

Tabla: Flujos incrementales anuales estimados por tipo de inversión, miles de dólares de 2005

Año	Flujos de inversiones, financiamiento y OyM incrementales anuales estimados (miles de dólares de 2005)											
	Silvicultura			Intensificación de Carne y Leche			Agricultura			Todas las medidas		
	ΔIF	ΔFF	ΔO&M	ΔIF	ΔFF	ΔO&M	ΔIF	ΔFF	ΔO&M	ΔIF	ΔFF	ΔO&M
2006	237	2	2	2432	104	4093	285	18	849	2954	125	4944
2007	564	5	11	4864	185	6688	570	36	1698	5999	226	8397
2008	24584	214	137	7297	268	9452	855	56	2649	32736	538	12238
2009	47009	416	938	9729	359	12717	1140	76	3579	57877	850	17234
2010	63945	578	2228	12161	435	15009	1425	110	5445	77531	1123	22683
2011	68130	633	3683	12959	420	13311	7527	282	10101	88615	1335	27095
2012	70285	668	5190	20778	513	11277	13634	457	14901	104697	1637	31368
2013	69867	690	7031	18901	493	11887	18061	584	18412	106830	1766	37330
2014	70277	724	9058	28506	651	12183	21998	705	22058	120781	2080	43299
2015	66380	748	12048	24721	552	9799	28439	891	27232	119541	2191	49079
2016	65193	760	13952	34573	718	10320	33089	1026	31038	132856	2504	55309
2017	61393	764	15847	32454	685	10364	38251	1174	35152	132097	2623	61363
2018	59670	757	16712	44259	928	13734	41283	1265	37782	145212	2950	68228
2019	53468	703	17274	44285	984	17195	44215	1355	40501	141967	3042	74970
2020	50019	695	18841	58092	1309	23738	45080	1393	41955	153191	3396	84534
2021	45573	672	19934	60197	1446	30197	46278	1433	43282	152049	3551	93414
2022	43635	695	22285	74615	1792	37410	47504	1474	44648	165754	3962	104343
2023	37650	751	26961	75017	1865	41536	50725	1574	47674	163392	4190	116172
2024	35635	839	31319	89594	2215	48854	52433	1628	49341	177662	4683	129514
2025	20724	843	36220	92397	2388	56836	53794	1675	50867	166914	4905	143922
2026	27743	885	36207	107706	2767	65207	55186	1722	52436	190635	5373	153850
2027	21874	740	32249	108367	2850	69761	59147	1842	56005	189388	5432	158014
2028	19822	754	33620	124166	3247	78767	60655	1894	57705	204643	5894	170092
2029	14410	696	33153	127755	3454	88115	62198	1946	59453	204362	6096	180721
2030	13032	698	34133	141737	3771	93956	66034	2066	63114	220802	6536	191203
<b>Total</b>	<b>1051117</b>	<b>15929</b>	<b>429034</b>	<b>1357563</b>	<b>34400</b>	<b>792406</b>	<b>849805</b>	<b>26683</b>	<b>817877</b>	<b>3258485</b>	<b>77011</b>	<b>2039317</b>
<b>VAN</b>	<b>944600</b>	<b>13909</b>	<b>361975</b>	<b>1142522</b>	<b>28940</b>	<b>666202</b>	<b>721276</b>	<b>22675</b>	<b>695888</b>	<b>2808398</b>	<b>65524</b>	<b>1724065</b>

El costo incremental total de las medidas identificadas para el período 2006-2030, expresado en valor actual neto en el año 2006 es de casi **4600 millones de dólares** (dólares constantes de 2005).

El total para medidas de **adaptación** se estimó en 1115 millones US\$, siendo 653,6 millones US\$ para inversiones y casi 445 millones US\$ para operación y mantenimiento. En tanto, el flujo correspondiente a las medidas de **mitigación** es de 3482 millones US\$, siendo unos 2155 millones US\$ para inversiones y 1279 millones US\$ para O&M. Los valores anuales se presentan en el cuadros 27, y las fuentes de los fondos para adaptación y mitigación se muestran en los cuadros 28 y 29, respectivamente.

Como fue discutido a lo largo de este documento, las medidas identificadas son todas de mitigación a la vez que de adaptación, por lo que la separación de flujos individuales para cada respuesta resulta artificial. Por otra parte, las medidas resultarán en general en incrementos en la producción y, por consiguiente, en los ingresos. Ambos aspectos tienen implicancias en cuanto al origen de las inversiones y los fondos.

Considerando que, a diferencia con la mayoría de los países en vías de desarrollo, la actividad agropecuaria en Uruguay es de naturaleza netamente empresarial con casi nula participación del Estado, las inversiones y los fondos serán principalmente de origen privado. Los propios ingresos adicionales que se generarían en caso de implementarse las medidas se podrían convertir gradualmente en la principal fuente de financiamiento para las inversiones y los gastos de operación y mantenimiento. El financiamiento bancario, el financiamiento de carbono y las políticas de Estado tendrían un rol muy importante en el levantamiento de barreras que, en ausencia de los mismos, impedirían la implementación de medidas como las propuestas en este informe.

Corresponde señalar que, por razones metodológicas, no se incluyeron rubros normalmente financiados por el Estado, como el desarrollo de infraestructura, educación y otros en las estimaciones de flujos de inversión y de fondos. Las medidas identificadas, como se mencionó, implican un incremento significativo en la producción, lo cual implica la necesidad de importantes inversiones en infraestructura. Asimismo, para que ese crecimiento sea posible, seguramente se requerirá de importantes inversiones en educación y capacitación.

Finalmente, también merece ser mencionado que la lista de medidas identificadas no es exhaustiva, por lo que los costos incrementales estimados podrían ser aumentados en caso de considerarse medidas adicionales a las aquí consideradas. En particular, una medida no considerada que ameritaría atención es la del desarrollo de reservorios de agua e infraestructura de riego, la cual sería principalmente de adaptación al cambio climático, aunque con una importante contribución a la mitigación.

**Cuadro 35.** Estimación de flujos de fondos e inversiones (miles de US\$ de 2005) en el total de los sectores para los escenarios de referencia y con medidas, y los incrementos correspondientes a mitigación y adaptación, para el período 2006-2030 y su valor descontado a 2006, al 1%.

<b>AÑO</b>	<b>ESCENARIO DE BASE</b>	<b>ESCENARIO CON MEDIDAS</b>	<b>INCREMENTO POR ADAPTACIÓN</b>	<b>INCREMENTO POR MITIGACIÓN</b>	<b>INCREMENTO TOTAL</b>
2006	2973546	2981569	2359	5664	8023
2007	3364030	3378651	4270	10351	14621
2008	3590080	3635592	8667	36845	45512
2009	3762791	3838752	13116	62845	75961
2010	3904003	4005340	17051	84286	101337
2011	4030226	4147272	20625	96421	117046
2012	4104177	4241880	26082	111620	137702
2013	4207736	4353662	28260	117666	145926
2014	4295052	4461213	33836	132325	166161
2015	4434606	4605417	35408	135403	170811
2016	4515116	4705785	41220	149450	190670
2017	4600899	4796983	43225	152859	196084
2018	4653135	4869525	49489	166901	216390
2019	4709679	4929657	51705	168274	219979
2020	4785144	5026266	58426	182696	241122
2021	4865067	5114081	61468	187545	249013
2022	4974861	5248920	68895	205164	274059
2023	5138984	5422738	72054	211700	283754
2024	5284262	5596121	79999	231860	311859
2025	5450212	5765954	83165	232577	315742
2026	5503984	5853842	91991	257868	349859
2027	5521944	5874778	94878	257956	352834
2028	5623703	6004332	103350	277280	380630
2029	5706101	6097280	107702	283477	391179
2030	5809258	6227799	115990	302551	418541
<b>TOTAL</b>	<b>115808595</b>	<b>121183408</b>	<b>1313228</b>	<b>4061585</b>	<b>5374813</b>
<b>Valor descontado a 2006</b>			<b>1115300</b>	<b>3482688</b>	<b>4597988</b>

**Cuadro 36.** Estimación de flujos de fondos e inversiones (miles de US\$ de 2005) en el total de los sectores para los escenarios de referencia y con medidas, y los incrementos correspondientes a mitigación y adaptación, para el período 2006-2030 consolidados por fuente.

Entidad inversora	Fuente de FI&F						
			Escenario de Base	Escenario con Medias	Incremento por Adaptación	Incremento por Mitigación	Incremento Total
HOGARES	Doméstica	Capital propio y deuda					
EMPRESAS	Doméstica	Capital propio	48888269	50891309	577057	1425983	2003040
		Préstamos domésticos	37702076	38934823	358593	874155	1232748
	Externa	IED	27220491	29261835	355594	1685750	2041344
		Préstamos externos	0	0	0	0	0
		Asistencia externa	0	0	0	0	0
	Total Empresas			113810836	119087967	1291243	3985888
GOBIERNO	Doméstica	Fondos propios (presup.)	1991510	2089191	21985	75697	97682
	Externa	Préstamos externos	6250	6250	0	0	0
		Asistencia externa	0	0	0	0	0
	Total Gobierno			1997760	2095441	21985	75697
<b>TOTAL</b>			<b>115808595</b>	<b>121183408</b>	<b>1313228</b>	<b>4061585</b>	<b>5374813</b>

**Cuadro 37.** Resumen de la estimación de flujos de fondos, inversiones y gastos de operación y mantenimiento (miles de US\$ de 2005) en el total de los sectores para los escenarios de referencia y con medidas, para el período 2006-2030.

	FI	FF	OyM	Total
<b>Escenario LB</b>	41571571	1976105	72260919	115808595
<b>Escenario c/Medidas: Adaptación y Mitigación</b>	44830056	2053117	74300235	121183408
<b>Flujos Adicionales: Escenario con Medias - Escenario LB</b>	3258485	77012	2039316	<b>5374813</b>

**Cuadro 38.** Resumen de la estimación de flujos de fondos, inversiones y gastos de operación y mantenimiento (miles de US\$ de 2005) en el total de los sectores para los escenarios de referencia y con medidas, para el período 2006-2030, actualizados a 2006 al 1%.

	FI	FF	OyM	Total
Escenario LB	36851349	1737273	63252477	101841099
Escenario c/Medidas: Adaptación y Mitigación	39659748	1802796	64976543	106439087
Flujos Adicionales: Escenario con Medias - Escenario LB	2808399	65523	1724066	<b>4597988</b>

**Cuadro 39.** Fuentes de los flujos de fondos e inversiones (miles de US\$ de 2005) en el total de los sectores aplicables a adaptación para el período 2006-2030 y flujos descontados a 2006, con una tasa de 1%.

AÑO	EMPRESAS NACIONALES		IED	GOB.	Total
	CAPITAL PROPIO	PREST.			
2006	1594	449	279	37	2359
2007	2926	718	560	66	4270
2008	4496	1021	3052	97	8667
2009	6077	1395	5504	140	13116
2010	7562	1769	7532	187	17051
2011	10086	1659	8630	250	20625
2012	11462	4243	10029	348	26082
2013	13113	4181	10567	398	28260
2014	14879	6754	11703	501	33836
2015	15960	6690	12211	547	35408
2016	17692	9554	13321	653	41220
2017	19269	9639	13612	705	43225
2018	21357	12668	14646	819	49489
2019	23011	12866	14952	875	51705
2020	25460	15966	16003	996	58426
2021	27766	16338	16303	1061	61468
2022	30290	19758	17657	1189	68895
2023	32354	20271	18171	1257	72054
2024	34381	23891	20334	1392	79999
2025	36788	24686	20216	1474	83165
2026	39512	28487	22386	1606	91991
2027	41681	29248	22281	1667	94878
2028	44412	33294	23837	1807	103350
2029	46295	34444	25075	1888	107702
2030	48634	38602	26732	2022	115990
<b>TOTAL</b>	<b>577057</b>	<b>358593</b>	<b>355594</b>	<b>21985</b>	<b>1313228</b>
<b>VAN 2006</b>	<b>490904</b>	<b>300845</b>	<b>304963</b>	<b>18588</b>	<b>1115300</b>

<b>Año</b>	<b>Flujo de Inversiones</b>	<b>Flujo de Fondos</b>	<b>Costos de O&amp;M</b>	<b>Total</b>
<b>2006</b>	839	37	1483	2359
<b>2007</b>	1687	67	2517	4270
<b>2008</b>	4904	119	3644	8667
<b>2009</b>	7961	172	4982	13116
<b>2010</b>	10470	221	6359	17051
<b>2011</b>	12959	274	7392	20625
<b>2012</b>	17352	358	8372	26082
<b>2013</b>	18076	392	9793	28260
<b>2014</b>	22179	479	11178	33836
<b>2015</b>	22586	508	12314	35408
<b>2016</b>	26818	599	13802	41220
<b>2017</b>	27351	634	15240	43225
<b>2018</b>	31629	734	17126	49489
<b>2019</b>	31897	772	19036	51705
<b>2020</b>	35954	880	21592	58426
<b>2021</b>	36500	931	24037	61468
<b>2022</b>	40999	1050	26846	68895
<b>2023</b>	41487	1107	29459	72054
<b>2024</b>	46172	1237	32590	79999
<b>2025</b>	45930	1303	35933	83165
<b>2026</b>	51642	1435	38914	91991
<b>2027</b>	52442	1482	40955	94878
<b>2028</b>	57429	1618	44303	103350
<b>2029</b>	58427	1690	47586	107702
<b>2030</b>	63634	1821	50534	115990
<b>TOTAL</b>	<b>767322</b>	<b>19918</b>	<b>525988</b>	<b>1313228</b>
<b>VAN 2006</b>	<b>653600</b>	<b>16876</b>	<b>444824</b>	<b>1115300</b>

**Cuadro 40.** Fuentes de los flujos de fondos e inversiones (miles de US\$ de 2005) en el total de los sectores aplicables a mitigación para el período 2006-2030, y flujos descontados a 2006, al 1%.

AÑO	EMPRESAS NACIONALES		IED	GOB.	TOTAL
	CAPITAL PROPIO	PREST.			
2006	3736	1047	795	86	5664
2007	6865	1676	1655	155	10351
2008	12143	2391	22084	227	36845
2009	17341	3365	41748	391	62845
2010	21973	4367	57352	594	84286
2011	28182	4249	63142	848	96421
2012	31582	10427	68417	1194	111620
2013	35456	10448	70327	1434	117666
2014	39651	16627	74251	1796	132325
2015	41962	16719	74683	2039	135403
2016	45972	23561	77525	2392	149450
2017	49438	23924	76870	2628	152859
2018	54237	31077	78606	2981	166901
2019	57716	31611	75748	3199	168274
2020	63237	38970	76927	3563	182696
2021	68350	39939	75463	3794	187545
2022	74141	48094	78762	4167	205164
2023	78583	49627	79058	4432	211700
2024	83204	58378	85434	4844	231860
2025	87843	60578	79010	5146	232577
2026	94689	69455	88247	5478	257868
2027	99370	70981	81988	5617	257956
2028	105619	80518	85161	5982	277280
2029	109659	83179	84447	6192	283477
2030	115034	92946	88051	6520	302551
<b>TOTAL</b>	<b>1425983</b>	<b>874155</b>	<b>1685750</b>	<b>75697</b>	<b>4061585</b>
<b>VAN 2006</b>	<b>1216433</b>	<b>733636</b>	<b>1468554</b>	<b>64065</b>	<b>3482688</b>



<b>Año</b>	<b>Flujo de Inversiones</b>	<b>Flujo de Fondos</b>	<b>Costos de O&amp;M</b>	<b>Total</b>
2006	2115	88	3461	5664
2007	4312	159	5880	10351
2008	27832	420	8594	36845
2009	49916	679	12251	62845
2010	67060	902	16324	84286
2011	75656	1061	19703	96421
2012	87345	1279	22996	111620
2013	88754	1374	27537	117666
2014	98602	1601	32121	132325
2015	96954	1683	36765	135403
2016	106038	1905	41507	149450
2017	104747	1989	46124	152859
2018	113582	2216	51102	166901
2019	110071	2270	55933	168274
2020	117238	2516	62942	182696
2021	115549	2620	69376	187545
2022	124755	2913	77497	205164
2023	121904	3084	86713	211700
2024	131490	3446	96924	231860
2025	120985	3602	107989	232577
2026	138993	3938	114937	257868
2027	136946	3951	117060	257956
2028	147215	4277	125788	277280
2029	145935	4407	133135	283477
2030	157168	4715	140669	302551
<b>TOTAL</b>	<b>2491163</b>	<b>57094</b>	<b>1513328</b>	<b>4061585</b>
<b>VAN 2006</b>	<b>2154798</b>	<b>48649</b>	<b>1279241</b>	<b>3482688</b>

### 3.2 Implicancias para la formulación de políticas

#### *Posicionamiento internacional de Uruguay*

Las medidas identificadas, que son a la vez de mitigación y adaptación, pueden resultar en un incremento en las emisiones dentro de los límites del país (que es el caso de la intensificación de la producción ganadera) o pueden causar una remoción de dióxido de carbono de la atmósfera que sería sólo de naturaleza temporaria (que es el caso del secuestro de carbono en biomasa y suelo en los sectores silvicultura y agricultura). Y debido a ello, la efectividad del componente de mitigación puede ser cuestionable, si se lo mira desde el punto de vista de las emisiones de un país y no desde una perspectiva global.

Sin embargo, dichas medidas se alinean con el concepto de “*climate-smart agriculture*” promovido por la FAO<sup>4</sup>, que consiste en combinar los objetivos de adaptación y mitigación con el de seguridad alimentaria. En un escenario mundial con cambios en el clima que afectan negativamente a la producción de alimentos, Uruguay se ubica en una de las pocas regiones con capacidad para incrementar la producción de los mismos y puede contribuir en su medida a la seguridad alimentaria mundial. El escenario de base planteado en este estudio incluye un importante aumento de la productividad, el cual se ve exacerbado en el escenario con medidas. Uruguay es un neto exportador de alimentos, y todo aumento en la productividad se traduce en un incremento de la misma magnitud en el saldo exportable.

<sup>4</sup> <http://www.fao.org/climatechange/climatesmart/en/>

El escenario con medidas propuesto, si bien conduce en el caso de la ganadería a un incremento de emisiones, implica una reducción en la huella de carbono de los productos, dado que el incremento en la productividad es de mayor magnitud que el que se produciría en las emisiones de gases de efecto invernadero. Uruguay fue el primer país en proponer el concepto de emisiones por unidad de producto como medida para la mitigación del cambio climático en el sector agropecuario<sup>5</sup>, y las medidas seleccionadas están en sintonía con esa posición internacional del país.

Bajo el Acuerdo de Copenhague, al cual Uruguay ha adherido, el país deberá implementar medidas de mitigación nacionalmente apropiadas (“NAMAs”). El escenario de base ya comprende medidas de mitigación que serán implementadas con financiamiento por las fuentes tradicionales que se cuantificaron en este estudio. Para las medidas de mitigación identificadas, será necesario contar con financiamiento de carbono que catalice su implementación.

En ausencia de un acuerdo multilateral para la reducción de emisiones de gases de efecto invernadero a partir de 2013, Uruguay podrá diseñar una estrategia para asegurar el acceso a los mercados de carbono mediante acuerdos bilaterales o multilaterales que comprendan a un número reducido de Estados.

### *Políticas nacionales*

Considerando que la mitigación y la adaptación son inseparables en las medidas identificadas, el financiamiento de carbono, accesible a través de la mitigación del cambio climático, podría también contribuir a los objetivos de adaptación. El logro de los objetivos de mitigación y adaptación requiere entonces de políticas que faciliten al acceso a los mercados del carbono, tomando en cuenta la necesidad de lograr las escalas necesarias mediante el agrupamiento de productores.

Para la implementación de las medidas de mitigación y adaptación es necesario considerar la necesidad de políticas en materia de infraestructura (considerando que las medidas implican un aumento de la producción y de desarrollo rural) y de capacitación técnica, aspectos ambos que resultan críticos para el éxito de las mismas. También es necesario el fortalecimiento institucional para lo que se conoce como MRV (monitoreo, reporte y verificación) de las reducciones de emisiones de gases de efecto invernadero.

La medida de secuestro de carbono en suelos agrícolas mediante el incremento en la adopción de rotaciones de cultivos con pasturas se enmarca en la política recientemente implementada para la conservación de suelos, frente a la preocupación por la degradación de los mismos que podría estar siendo causada por el uso de sistemas agrícolas intensivos con bajo aporte de residuos a los suelos. Considerando que el contenido de carbono orgánico del suelo es el principal indicador de la calidad de los suelos y de su tolerancia a la erosión, esta medida puede contribuir eficazmente al logro de los objetivos perseguidos. Cabe destacar que el uso de financiamiento de carbono puede ser más eficaz que la política de “comando y control” actualmente considerada.

### **3.3 Incertidumbres y limitaciones metodológicas**

Como todo ejercicio de proyección de escenarios futuros, las estimaciones realizadas en el presente estudio están sujetas a considerable incertidumbre resultante de la imposibilidad para la predicción del comportamiento de los múltiples parámetros involucrados. Los valores estimados deben considerarse solamente como una referencia, basada en supuestos razonables, de lo que es esperable, a los efectos de la toma de decisiones políticas.

A continuación se describe las principales fuentes de incertidumbres del presente estudio:

- Las medidas identificadas no constituyen una lista exhaustiva de todas las medidas posibles, por lo que los montos estimados son inferiores a lo que sería esperable como

---

<sup>5</sup> [http://unfccc.int/files/meetings/ad\\_hoc\\_working\\_groups/lca/application/pdf/6\\_uruguay.pdf](http://unfccc.int/files/meetings/ad_hoc_working_groups/lca/application/pdf/6_uruguay.pdf)

el costo potencial de mitigación y adaptación. La medida de desarrollo de reservas de agua e infraestructura de riego es tal vez la más importante cuantitativamente entre las fuentes excluidas en el análisis. Salvo por esta medida, las que fueron identificadas seguramente constituyen una fracción muy significativa del potencial.

- Los escenarios supuestos de uso del suelo y de transacciones de tierras (compra-venta y arrendamiento) en el escenario de referencia no contemplaron el inminente desarrollo de políticas sobre conservación de suelos y tenencia de la tierra. La implementación de dichas políticas, particularmente la relativa a tenencia de la tierra, puede causar importantes desviaciones con respecto al escenario asumido.
- La separación realizada entre mitigación y adaptación dentro de las medidas cuantificadas es artificial, habiendo sido basada en coeficientes subjetivos. Es por ello que las estimaciones realizadas separadamente para mitigación y adaptación, obedeciendo a las guías metodológicas del estudio, pueden resultar altamente inciertas, más allá de las incertidumbres propias de las estimaciones globales de los flujos de inversión y costos incrementales.
- Los precios asumidos pueden estar sujetos a considerables variaciones en el tiempo. De hecho, los diferentes precios, expresados en dólares de 2005, han sufrido importantes cambios (incrementos) en los últimos años, los cuales fueron incorporados en los escenarios futuros proyectados. Esto resulta en importante incertidumbre, ya que eventos como una posible devaluación de la moneda local o una caída en los precios internacionales de los commodities agrícolas, pueden resultar en importantes variaciones con respecto a los escenarios estimados. Esta incertidumbre sería atemperada por el hecho de que los cambios serían en el mismo sentido para el escenario de base y el escenario con medidas, afectando relativamente poco al escenario incremental.
- Similarmente al punto anterior, la actividad de transacciones de tierras (compra-venta y arrendamiento) ha tenido una alta dinámica en el período desde 2005 hasta el presente. Esa dinámica ha sido incorporada en los escenarios futuros, y ello puede haber introducido elementos de incertidumbre en las estimaciones.
- Debido a limitaciones en la información públicamente disponible, la cuantificación de las diferentes fuentes de los flujos de inversiones y financieros y de los costos de operación y mantenimiento tienen alto grado de incertidumbre. En particular, es bastante incierto el origen de los capitales y los fondos.

#### 4 Referencias bibliográficas

- Andregnette, B., Baethgen, W.E. (2004). Estimación del potencial de producción de carne vacuna en Uruguay. Serie Técnica. FUCREA. Montevideo, FUCREA, INAC: 72.
- DIEA. Estadísticas agropecuarias y anuarios agropecuarios para el período 2000-2010.
- DINAMA 2009 (inventario nacional de gases de efecto invernadero ([www.cambioclimatico.gub.uy](http://www.cambioclimatico.gub.uy)))
- Giménez, A., Baethgen, W., et al (2008). Identificación de posibles impactos del cambio climático en la producción de pasturas naturales y arroz en Uruguay. Proyecto PNUD URU/05/G32-252. INIA. La Estanzuela, INIA: 54.
- Giménez, A., Castaño, J.P., Olivera, L., Furest, J., Martino, D., Romero, R., Magrin, G., Travasso, M., Rodríguez, Cunha, G., Fernandes, M., Pires, J.L., Baethgen, W., Meinke, H. (2007 (aprox)). Cambio climático en Uruguay y la región. I. GRAS, INIA (Uruguay), INTA (Argentina), EMBRAPA (Brasil), IFDC (USA), APSRU (Australia).
- Giménez, A., Castaño, J.P., Olivera, L., Furest, J., Martino, D., Romero, R., Magrin, G., Travasso, M., Rodríguez, Cunha, G., Fernandes, M., Pires, J.L., Baethgen, W., Meinke, H., 2006. Climate change/variability in the mixed crop/livestock production systems of the Argentinean, Brazilian and Uruguayan pampas: climate scenarios, impacts and adaptive measures. AIACC Project LA27. Disponible en [www.inia.org.uy/gras](http://www.inia.org.uy/gras).
- IPCC (2000). Special Report on Emissions Scenarios. N. N. a. R. Swart. Cambridge, IPCC: 570.
- Milly, P. C. D., Julio Betancourt, Malin Falkenmark, Robert M. Hirsch, Zbigniew W. Kundzewicz, Dennis P. Lettenmaier, Ronald J. Stouffer (2008). "Stationarity Is Dead: Whither Water Management?" Science **319**: 573-574.
- Nelson, G. C., Rosegrant, M.W., Koo, J., Robertson, R., Sulser, T., Zhu, T., Ringler, C., Msangi, S., Palazzo, A., Batka, M., Magalhaes, M., Valmonte-Santos, R., Ewing, M., Lee, D. (2009). Climate change. Impact on Agriculture and costs of adaptation. I. F. P. R. I. (IFPRI): 30.
- Piñeiro, G. (2006). Biogeoquímica del carbono y nitrógeno en los pastizales pastoreados del Río de la Plata: un análisis basado en modelos de simulación, sensores remotos y experimentos a campo. Buenos Aires, Universidad de Buenos Aires. **Doctor en Ciencias Agrarias**: 166.
- Uruguay, 2009. Plan Nacional de Respuesta al Cambio Climático. Montevideo