



# Cambio climático y **Agricultura**

¡Cambiar el sistema, no el clima!



San José 1423. 11200 Montevideo, Uruguay  
Tel/Fax: (598 2) 902 2355 / 908 2730  
e mail: [redes@redes.org.uy](mailto:redes@redes.org.uy)  
[www.redes.org.uy](http://www.redes.org.uy)

Autores:

Dr. Marcel Achkar  
Dra. Ana Domínguez  
Dr. Óscar Galli  
REDES - Amigos de la Tierra Uruguay  
Programa Uruguay Sustentable

Diciembre de 2010

# Cambio climático y Agricultura ¡Cambiar el sistema, no el clima!

## Crisis climática

Si bien el clima del mundo siempre ha ido cambiando, lo que se está viviendo en años recientes es una situación de crisis climática, por la intensificación de las alteraciones de los componentes del clima a escala planetaria. La comunidad académica científica internacional, abocada a la investigación de los fenómenos climáticos, ha venido registrando ciertas manifestaciones a escala global que ponen en evidencia las alteraciones que se están produciendo en el funcionamiento físico y químico de la atmósfera, y su incidencia sobre las variables climáticas.

Los registros térmicos realizados en los últimos 150 años muestran un incremento promedio de la temperatura en la atmósfera de 0.6 - 0.7 grados Celsius, fenómeno que se ha denominado calentamiento global. La causa principal es el aumento progresivo del efecto invernadero que cumple la atmósfera por la existencia de ciertos gases tales como el dióxido de carbono, el vapor de agua, los clorofluorocarbonos y el óxido nitroso. Este aumento promedio de la temperatura atmosférica acarrea alteraciones en la biósfera y por ende en la biodiversidad, que afectan a la humanidad. Todas estas modificaciones observadas, registradas e investigadas tienen un lugar común: existen evidencias de que se están produciendo transformaciones en los ciclos biogeoquímicos que se gestan en la biósfera y que son responsables de los equilibrios funcionales. Progresivamente, los científicos demuestran que estos cambios están siendo acelerados debido al accionar del ser humano.

El aumento de 2 grados Celsius en la temperatura de la atmósfera en los próximos decenios, según indican algunas predicciones, traería aparejado un aumento en el nivel del mar y un conjunto de eventos extremos. Las personas afectadas por la crisis climática en el mundo hoy, según algunas fuentes, alcanzan la cifra de más de 300 millones (Foro Humanitario Global, 2009). Sin duda, estas transformaciones que se han intensificado son producto del modelo desarrollista neoliberal, que no sólo se relaciona a un sistema de transporte o de producción industrial. Se vincula también a un sistema de producción alimentaria que toma el carácter de industrial, con un tipo de matriz energética dominante, basada principalmente en la utilización de combustibles fósiles, y con una gran cantidad de emisiones de gases de efecto invernadero (GEI).

## Las manifestaciones de la crisis climática

Entre las manifestaciones de la crisis climática se consideran el incremento de las sequías y las inundaciones, cambios en la frecuencia e intensidad de vientos y tormentas, así como de

huracanes, calentamiento de los mares, degradación de las zonas costeras, aumento de los incendios forestales y descongelamiento de glaciares. Otras manifestaciones son: impactos sobre la salud de diversas poblaciones por la migración de vectores transmisores de enfermedades (y por lo tanto aumento y extensión de las zonas de enfermedades endémicas), consecuencias que inciden en la calidad de vida de la gente y que afectan mayoritariamente a las personas pobres económicamente, que son las más vulnerables. Incluso el Panel Intergubernamental sobre Cambio Climático de Naciones Unidas, conformado por científicos de diversos países, considera que para el análisis de los cambios globales se requiere una perspectiva que integre los aspectos económicos, sociales y ambientales (Pichs-Madruga, 2009).

Se prevén algunos impactos de esta crisis climática sobre el sistema alimentario mundial. Serán los países más pobres los que sufrirán las mayores consecuencias debido a la caída de la producción agrícola, nueva consecuencia para los estados con una histórica relación de dependencia en la división territorial internacional del trabajo.

Por otra parte, se incrementarán las dificultades para acceder a derechos básicos. Tal sería el caso del abastecimiento de agua, que es una de las problemáticas que actualmente afecta a 2.400 millones de personas y que tendería a tornarse más complicada. Se espera también una inseguridad creciente en la producción agrícola, así como la pérdida de cosechas, un aumento creciente de los precios de los alimentos y la creciente concentración del poder de la cadena agroalimentaria en pocas empresas transnacionales. Todos estos aspectos conducirán a los países pobres del mundo a una situación de mayor vulnerabilidad. En tanto, hay que considerar que más de 2.800 millones de personas en el mundo son campesinos o productores familiares. Ellos serán quienes verán más afectados sus modos de vida.

## La agricultura industrial contribuye al cambio climático

La agricultura industrial es una de las causas más importantes de la crisis climática. Es necesario destacar que si bien se estima que por sí misma da cuenta del 4% del consumo mundial de energía anual, y contribuye con el 11% de emisiones de GEI, hay que tener en cuenta otros elementos. Para su funcionamiento la agricultura industrial requiere cambios en el uso de la tierra, gran producción de insumos, aplicación de inmensas dosis de agroquímicos, utilización de maquinarias, y almacenaje, procesamiento, transporte, embalaje y distribución de los productos procesados. No debemos olvidar el impacto del traslado a enormes distancias de los commodities agrícolas. Todas estas

## Cambio climático y Agricultura ¡Cambiar el sistema, no el clima!

fases suponen un alto consumo de derivados de petróleo, lo que incrementa las emisiones contaminantes a la atmósfera. Si sumamos todos estos sectores relacionados a la agricultura comercial e industrial, esta actividad estaría contribuyendo con más del 30% de las emisiones globales de efecto invernadero por año (Austen Bradbury, 2009). Pero si se incorporan a estos cálculos otros menos conservadores y las cifras referidas a los desmontes y deforestación para la expansión de los agronegocios, la contribución de la agricultura industrial a la emisión de GEI sería del orden del 44 al 57%.

Algunos cálculos que se han realizado comparan el consumo energético por parte de los agricultores de los países industrializados con el de los campesinos en los países en desarrollo, que siguen practicando la agricultura en base a sus conocimientos ancestrales. Los primeros consumen cinco veces más energía comercial para producir un kilo de cereal que los campesinos en África. Si se consideran cultivos como el maíz, para producir un kilo un agricultor en Estados Unidos utiliza 33 veces más energía comercial que el campesinado tradicional de México. En relación al arroz, un agricultor estadounidense utiliza 80 veces la energía comercial utilizada por un campesino tradicional en Filipinas (FAO, 2000).

Progresivamente se reconoce que el cambio de uso y cobertura del suelo es el componente más importante del llamado "Cambio Global". La destrucción/alteración de hábitats por cambios en el uso de la tierra, el incremento en las invasiones biológicas debido al aumento de la movilidad de la biota relacionada al agronegocio y al comercio internacional, el cambio climático derivado de la emisión creciente de anhídrido carbónico y otros GEI, constituyen los principales componentes del "Cambio Global" (Vitousek 1994, Chapin et al. 1997).

Es evidente que los cambios asociados a la agricultura industrial producen modificaciones muy importantes. La intensificación de la agricultura, en términos de la utilización de tecnologías de altos insumos, y la simplificación de los agroecosistemas, conducen a la inestabilidad del sistema agrario. El incremento de la diversidad espacio-temporal en agroecosistemas se ha mostrado como una alternativa promisoriosa para la restauración de los suelos degradados (Titonell et al., 2006). Pero sin dudas, están ocurriendo procesos contrarios en los últimos decenios. En Sudamérica, si bien la deforestación de bosques tropicales y subtropicales es el cambio de uso y cobertura del suelo más estudiado y difundido, en la región templada la sustitución de praderas naturales por cultivos está alcanzando magnitudes alarmantes. En Uruguay, los crecimientos exponenciales de las áreas sojeras y forestales son buenos ejemplos de esta realidad regional. El agronegocio tal como se practica, con implantación de

monocultivos y agroquímicos, con importantes pérdidas de áreas naturales y la aplicación de tecnologías agrícolas, contribuye de manera significativa a las emisiones de GEI que causan la crisis climática y el cambio global. Algunos ecosistemas, como los bosques nativos, los pantanos y los humedales acumulan más carbón que otros. Este ciclo del carbono ha permitido la estabilidad del clima durante decenas de miles de años, pero ante la imposición de los agronegocios, con la quema de bosques para la implantación de monocultivos, esos ecosistemas han disminuido notoriamente su superficie y se ha destruido la biodiversidad (Vía Campesina, 2007).

Aún no se ha logrado establecer un modelo que permita predecir con exactitud el comportamiento del clima, que probablemente en los próximos años empeorará, lo que provocaría la pérdida de tierras productivas y cambios impredecibles en las condiciones naturales de crecimiento de la vegetación.

En la actualidad, aproximadamente el 40% de la tierra se utiliza para cultivos agrícolas, praderas artificiales, cultivos permanentes y sistemas silvopastoriles. Por otra parte, es necesario incorporar lo que refiere a la producción animal bajo un sistema industrial, en sistemas de confinamiento, con la emisión de GEI como óxido nítrico y metano. Hay que tener en cuenta además que un tercio de la tierra cultivable del planeta se utiliza para la producción de forrajes para alimentación de ganados.

En los últimos 40 años, 13 millones de hectáreas fueron convertidas anualmente en espacios agrícolas, lo que lleva al agotamiento de la materia orgánica de los suelos y al aumento de las emisiones de GEI.

Alrededor de un 50% de la superficie terrestre ya ha sido modificada por las sociedades humanas, principalmente a través de la sustitución de sistemas naturales por sistemas agrícolas o urbanos (Chapin et al., 2000). A escala mundial, la superficie cultivada y el área ganadera se han incrementado en el período 1961-2000 en un 12 y un 10% respectivamente.

Es dable esperar que el aumento del consumo per cápita actual conduzca a que la demanda de productos agrícolas se incremente al doble o triple para el año 2050 (Green et al., 2005). En consecuencia, se producirá la expansión de la frontera agrícola-ganadera a un ritmo aún mayor. En esta línea, Sala et al. (2000) prevén que el cambio en el uso del suelo hacia una mayor intensificación seguirá siendo el factor de mayor impacto en la pérdida de áreas naturales para el año 2100.

Además, se está proponiendo desde diversos ámbitos aumentar la superficie agrícola mediante el uso de las llamadas tierras

# Cambio climático y Agricultura ¡Cambiar el sistema, no el clima!

"marginales". Pero se debe considerar que las tierras sin uso son escasas y que no son "marginales" para la población rural, que generalmente las aprovecha como tierras comunales de usos múltiples, como la provisión de leña, agua, hierbas medicinales, pequeño pastoreo, entre otros (Barros et al., 2006). Dichas tierras son también fundamentales para la conservación de la biodiversidad y el mantenimiento de los ecosistemas (Paul et al., 2009).

## Tendencias que se visualizan a futuro

Irónicamente, la intensificación de la agricultura industrial se propone como una solución a los problemas que se vinculan a la crisis climática y al cambio global. Esto desconoce el aporte e impacto diferencial que las distintas modalidades de agricultura pueden generar en el cambio climático global.

Las tendencias futuras que se promocionan en el sector son la intensificación de la agricultura dependiente de los agrotóxicos y el consumo de energía, con aumento de la producción de alimentos y forrajes. También el incremento de la producción de agrocombustibles y agroplásticos, para reemplazar a los combustibles fósiles. Otra tendencia que se promueve es el aumento y la intensificación de la ganadería, para la producción de carne y lácteos, con el consecuente crecimiento de la producción de metano y óxido nitroso, GEI (Achkar et al., 2010a).

El libre comercio de productos agrícolas también desempeña un importante papel, ya que la importación de alimentos para animales permite a los países compradores subestimar la emisión real de los gases contaminantes. Las nuevas técnicas como la siembra directa y la agricultura de precisión, aplicadas en los monocultivos, son promocionadas como mecanismos que contribuyen al secuestro de carbono. Sin embargo, también contribuyen al aumento sostenido del área agrícola incluyendo a las llamadas tierras marginales, que rápidamente se degradan y finalmente contribuyen en forma neta al aumento de las emisiones de GEI.

Así, la "agriculturización" de los sistemas productivos extensivos se identifica como el principal factor de cambio en el uso de la tierra que genera alteración de la cobertura vegetal y constituye una de las principales dimensiones del Cambio Global (Paruelo et al., 2001). El cambio en el uso de la tierra tiene consecuencias ambientales que exceden el ámbito local o regional y se manifiestan a escala global (Paruelo et al., 2006). La expansión agrícola industrial, con un cambio tecnológico cualitativo que implica el uso intensivo de insumos (energía, maquinaria, fertilizantes y plaguicidas), genera crecientes consecuencias sobre

el clima, el balance de carbono y nitrógeno, las emisiones de gases con efecto invernadero, la biodiversidad y el balance hídrico (Houghton, 2001; Lal, 2005).

Hablamos de una agricultura con siembra directa y técnicas de precisión, con reducción de la roturación de la tierra, aplicación de herbicidas y utilización de especies de cultivos genéticamente modificados para resistir esas aplicaciones. Las evaluaciones integrales del balance de secuestro de carbono del suelo, la respiración biológica del mismo, los procesos de nitrificación y los flujos acoplados de nutrientes, muestran que la agricultura de gran escala provoca un impacto negativo en el ambiente, con liberación de GEI.

El aumento de la producción de carne en sistemas intensivos, con animales estabulados, contribuye con el aumento de las emisiones de gases de efecto invernadero a la atmósfera, y genera problemas ambientales locales en el agua, el suelo y el aire.

Para analizar el balance de carbono en la producción pecuaria industrial es necesario integrar la fase agrícola de producción de los alimentos que se destinan a los animales y que constituye una proporción importante de las tierras agrícolas del planeta. En esta fase se deben integrar los problemas analizados de la agricultura industrial y el transporte de las raciones desde las zonas de su producción a las de alimentación del ganado, que también contribuyen al cambio climático. Hay que considerar además la competencia por tierras agrícolas con la producción de alimentos para humanos.

## La Justicia Climática

La justicia climática es entendida como el conjunto de principios que busca que ningún grupo de personas (etnias o clases sociales) deba soportar una porción desproporcionada de degradación del espacio colectivo a causa del cambio climático, que comprometa gravemente su calidad de vida, imposibilite su reproducción y la obligue a emigrar (Leroy, 2009). Además, los principales productores de los cambios climáticos son y serán los menos afectados en determinados plazos por sus efectos, al tiempo que son los territorios localizados en el Sur global los que viven y vivirán aceleradamente las consecuencias de esta crisis. Por lo tanto, se registra una situación de injusticia climática si consideramos la división territorial mundial, y esa injusticia debe abordarse con un enfoque multiescalar (Achkar et al., 2010b). La situación de injusticia climática puede llegar al extremo de comprometer la capacidad de sobrevivencia de muchas personas en sus territorios.

# Cambio climático y Agricultura ¡Cambiar el sistema, no el clima!

## La injusticia climática se puede manifestar en varias escalas:

\* escala mundial, donde se procesan las alteraciones producto del calentamiento global del planeta y donde se generan las alteraciones en el comportamiento atmosférico. Los verdaderos responsables no asumen su responsabilidad, y los menos responsables se ven más afectados y tienen mayor vulnerabilidad;

\* escala país, donde las distintas regiones presentan mayor capacidad de resiliencia frente a estos cambios, como producto de los distintos ecosistemas naturales y la historia del uso humano de estos ecosistemas, lo cual generará cambios en las relaciones de poder por la apropiación de los territorios;

\* escala local, donde los distintos grupos sociales se ven afectados en forma diferencial por la ocurrencia de los efectos locales del cambio climático, que pueden referir al aumento o a la disminución de la temperatura y al aumento de la frecuencia e intensidad de eventos extremos tales como sequías o inundaciones.

La situación actual caracterizada por debates teñidos por intereses económicos y políticos, estudios parciales, ensayos de modelos que no logran ajustarse a la velocidad de los cambios, falsas soluciones que incrementan los problemas, no está teniendo en consideración la urgencia temporal de tomar acciones. La urgencia en este sentido implica analizar y atacar las causas estructurales y las actividades que contribuyen a generar y profundizar el cambio climático, y jerarquizar a los grupos sociales que son o serán víctimas de este fenómeno y que deberán enfrentar en malas condiciones sus efectos.

Para integrar el concepto de justicia climática en las prácticas productivas en los territorios, es necesario comprender a la crisis climática como una consecuencia del modelo industrial, productivista y consumista capitalista. No constituye un problema coyuntural de fácil solución, esta crisis es resultante de un modelo de desarrollo que tiene por paradigma el crecimiento ilimitado, sin reconocer los límites de la naturaleza. La crisis climática es una demostración más de la inviabilidad del modelo de desarrollo capitalista. De allí que las soluciones que apuntan a enfrentarla generando mayores ganancias empresariales serán ineficaces y son, por eso, falsas soluciones.

Las falsas soluciones a la crisis del clima buscan la privatización de las ganancias que se generan con las nuevas oportunidades de negocios que ofrece esta "lucha contra el cambio climático". En contrapartida, se socializan los efectos negativos del comportamiento climático.

El sistema sobre el cual se levantan los pilares de la explotación de la naturaleza conduce necesariamente a la crisis del clima. No se debe dejar de lado la consideración de que esa crisis es resultado del consumo excesivo, insustentable e inequitativo de combustibles fósiles, y de la explotación de las reservas de carbón, tales como los bosques y los suelos, que constituyen la esencia de la agenda de desarrollo económico dominante (REDES AT, 2009). Por ello, se trata de cambiar el sistema, no el clima, si queremos soluciones reales.

Vía Campesina (2007), como organización que nuclea a millones de campesinos y productores familiares a escala mundial, analiza la situación asumiendo que la industrialización de la agricultura es una de las principales fuentes emisoras de GEI. Pero destaca que son los campesinos, los agricultores familiares y las comunidades rurales de los países del tercer mundo los que primero sufren los efectos del cambio climático. La alteración de los ciclos climáticos trae consigo plagas y enfermedades, junto a sequías, inundaciones y tormentas inusuales, que destruyen cultivos, la tierra y las casas de campesinos y comunidades del medio rural.

La Vía Campesina considera que las soluciones a la actual crisis tienen que surgir de los actores sociales organizados que desarrollan modelos de producción, comercio y consumo basados en la justicia y la solidaridad. Ninguna solución tecnológica va a resolver el desastre ambiental y social. Las soluciones verdaderas deben incluir a la agricultura sustentable de pequeña escala, la que utiliza gran cantidad de trabajo humano, necesita poca energía externa y contribuye así a detener y revertir los efectos del cambio climático. Inclusive, Vía Campesina (2007) sostiene que la agricultura campesina puede enfriar el planeta.

Estas prácticas agrícolas sustentables permiten absorber más carbono en la materia orgánica del suelo, reemplazando los fertilizantes nitrogenados por agricultura ecológica y/o cultivando plantas que capturan nitrógeno directamente del aire. Se propone la construcción de sistemas que tiendan a la producción, recolección y uso descentralizado de la energía, considerando el concepto de soberanía energética.

Para ello es necesaria una reforma agraria real y efectiva, que fortalezca la agricultura campesina y familiar, promueva la producción de alimentos como el fin principal del uso de la tierra, y considere a los alimentos como un derecho humano fundamental. La producción y consumo local de alimentos acabará con el transporte innecesario de los mismos y garantizará que lo que llega a nuestras mesas sea seguro, fresco y nutritivo. Estos son algunos de los principios sobre los que se sustenta la soberanía alimentaria.

## Cambio climático y Agricultura ¡Cambiar el sistema, no el clima!

Uno de los pasos centrales en las propuestas alternativas al sistema actual de explotación de los bienes de la naturaleza, consiste en repensar las históricas relaciones sociedad-naturaleza que se han impuesto en varias regiones del mundo y que han provocado la crisis climática (entre otras consecuencias). Además, los países enriquecidos del Norte deben reconocer y asumir su responsabilidad por el cambio climático global.

Desde esta visión, hay un llamado a la Justicia Climática, que implica que esos países reconozcan su responsabilidad histórica por el cambio climático de origen antropogénico, mediante la reducción drástica de sus emisiones en el Norte global, la reparación de su deuda climática y el uso compartido y equitativo de los bienes del planeta. Se debe reconocer el derecho de los pueblos y las futuras generaciones a una vida digna dentro de los límites ecológicos (Amigos de la Tierra Internacional, 2009). En este escenario, las sociedades tienen grandes desafíos, entre ellos enfrentar la crisis climática que conlleva a la injusticia ambiental y territorial (Democracia Viva, 2009).

Ante los resultados a los que han llegado las distintas Conferencias de las Partes (COP) de Clima de Naciones Unidas, en las que se dan cita los países para tratar la cuestión del cambio climático, la sociedad civil organizada ha reaccionado presentando sus análisis y propuestas. Luego de la COP 15 de diciembre de 2009 en Copenhague, Dinamarca, el gobierno boliviano convocó a la realización de la Conferencia Mundial de los Pueblos sobre Cambio Climático y los Derechos de la Madre Tierra. La cumbre se realizó en abril de 2010 en la ciudad boliviana de Cochabamba y fue un éxito. Participaron allí unas 35.000 personas pertenecientes a distintos movimientos y organizaciones sociales de alrededor de 140 países.

Entre los objetivos que se fijaron para esta instancia se destacaron el de analizar las causas estructurales y sistémicas del cambio climático, y el de proponer medidas de fondo que posibiliten el bienestar de toda la humanidad en armonía con la naturaleza. Además, se consideró importante elaborar un plan de acción para constituir un Tribunal Internacional de Justicia Climática, y se definieron otras estrategias de acción y movilización frente al cambio climático, en defensa de la vida y los derechos de la Madre Tierra.

Vía Campesina, Amigos de la Tierra, la Marcha Mundial de Mujeres, GRAIN, ETC, Cono Sur Sustentable, y otras organizaciones integraron el Grupo de Trabajo 17 en la conferencia de Cochabamba (grupo llamado "Agricultura y Soberanía Alimentaria"). Allí se hizo hincapié en las consecuencias sobre el clima que tiene el sistema de los agronegocios en todas sus facetas, contraponiéndolo a los sistemas complejos y diversos de

producción de los campesinos y de la agricultura familiar. Por otra parte, se analizaron los impactos que tiene la especulación asociada a la emisión de bonos de carbono.

Además, no debe dejar de mencionarse que hay cálculos que estiman que con el sistema de producción agrario industrial se han perdido de 30 a 60 toneladas de materia orgánica en los suelos por cada hectárea de tierra agrícola. Se estima que la cantidad de materia orgánica del suelo perdida a nivel mundial en los últimos 50 años va de 150.000 a 205.000 millones de toneladas. Por lo tanto, la recuperación de los niveles de materia orgánica del suelo existentes antes de la agricultura industrial capturaría 30-40% del exceso actual de CO<sub>2</sub> (dióxido de carbono) en la atmósfera (GRAIN, 2010).

### El carbono orgánico en el suelo

Las evidencias de la contribución del CO<sub>2</sub> atmosférico al calentamiento global han incrementado el interés por conocer el carbono orgánico total del suelo, considerado como uno de los principales compartimentos en el ciclo terrestre del carbono (LaI, 2004; Lopes et al, 2008). Los suelos son ecosistemas dinámicos con la capacidad de liberar nutrientes a medida que la vegetación lo requiere. La materia orgánica se encuentra sobre todo en la capa superior del suelo, que es la más fértil. Es propensa a la erosión y necesita ser protegida por una cubierta vegetal que sea fuente permanente de materia orgánica. La vida vegetal y la fertilidad del suelo son procesos que se propician mutuamente, y la materia orgánica es el puente entre ambos (Gonzalez-Molina et al., 2008). Pero esa materia orgánica es también alimento de las bacterias, hongos, pequeños insectos y otros organismos que viven en el suelo y convierten el estiércol y los tejidos muertos en nutrientes. La materia orgánica debe ser repuesta constantemente, de no ser así desaparece lentamente del suelo. Cuando los microorganismos y otros organismos vivos en el suelo descomponen la materia orgánica, producen energía para ellos mismos y liberan minerales y CO<sub>2</sub> en el proceso. Pero como las sociedades han coevolucionado con los ecosistemas, entre ellos los suelos, los pueblos rurales han desarrollado prácticas de conservación de los mismos, con la incorporación del compost, técnicas de barbecho, labranza reducida, entre otros, que disminuyen las posibilidades de erosión.

# Cambio climático y Agricultura ¡Cambiar el sistema, no el clima!

## Captura de carbono mediante la recuperación de la materia orgánica del suelo CO<sub>2</sub>. en la atmósfera (1)

2 billones 867.500 millones de toneladas

## Exceso de CO<sub>2</sub>. en la atmósfera (2)

717.800 millones de toneladas

## Superficie agrícola en el mundo (3)

5.000 millones de hectáreas

## Superficie cultivada del mundo (4)

1.800 millones de hectáreas

Pérdida típica de materia orgánica en suelos cultivados, de acuerdo a informes técnicos

2 puntos porcentuales

## Pérdida típica de materia orgánica en praderas y suelos no cultivados, de acuerdo a informes técnicos

1%

## Pérdida de materia orgánica de los suelos a nivel mundial

150.000 millones - 205.000 millones de toneladas

## Cantidad de CO<sub>2</sub>. que sería capturado si se recuperaran estas pérdidas

220.000 millones - 330.000 millones de toneladas

*Fuente: Cálculos de GRAIN (2010a)*

(1) Carbon Dioxide Information Analysis Center. [http://cdiac.ornl.gov/pns/graphics/c\\_cycle.htm](http://cdiac.ornl.gov/pns/graphics/c_cycle.htm)

(2) Cálculos en base a cambios de la concentración de CO<sub>2</sub> en el aire

(3) FAOSTAT. <http://faostat.fao.org/site/377/default.aspx#ancor>

(4) *Ibidem*.

Los suelos constituyen el principal reservorio de carbono orgánico al acumular el 75% del total de carbono orgánico terrestre (Henderson, 1995). Por lo tanto, los cambios en el uso de la tierra pueden generar una importante presión sobre esta reserva. Esos cambios, sumados a las modificaciones en la cobertura vegetal del suelo, tienen importantes consecuencias en la dimensión biofísica del funcionamiento del planeta (Post y Kwon, 2000).

Desde la lógica que se pretende hegemónica del agronegocio, se proponen falsas soluciones para este problema en el marco de propuestas mitigatorias, integrando a los sistemas de producción agrícola a un nuevo mercado, el de la venta de "servicios ambientales" como captadores de carbono. En muchos casos se propone la sustitución de la vegetación nativa por grandes superficies de cultivos. Un ejemplo es el reemplazo de praderas naturales por especies arbóreas de rápido crecimiento en las zonas templadas del planeta. En estas falsas soluciones no ha sido debidamente contemplado el rol del carbono del suelo en su balance global.

Existen cambios cualitativos y cuantitativos en la materia orgánica del suelo en relación a su calidad, cantidad y distribución espacial. Se registran drásticos cambios en los microorganismos del suelo tras las variantes en el uso de ese bien natural. Los cultivos inician la mineralización del carbono de la vegetación natural preexistente y la síntesis y mineralización de la materia orgánica del suelo, generando la disminución del principal reservorio de carbono de la superficie del planeta (Martínez et al., 2008).

Además, el suelo es uno de los componentes del ecosistema con mayor incidencia en la dinámica de los residuos de agroquímicos persistentes en el ambiente. Así, es capaz de regular el transporte de esos residuos a través de procesos de retención, y también de someterlos a procesos de transformación y degradación mediante la actividad de microorganismos y mesofauna. Pero la disponibilidad de estos contaminantes está determinada por la historia del uso del suelo. Se destaca la importancia de la materia orgánica del suelo de pradera como elemento de primer orden en estos procesos (Lambin et al., 2001).

La materia orgánica interviene activamente en la retención de los residuos de los plaguicidas, a través de sus propiedades físico-químicas (Bohn, McNeal y O'Connor, 1979), y emerge como un componente clave, en la medida que su mayor o menor disponibilidad en el suelo condiciona la formación de complejos húmico-arcillosos. Estos complejos son fundamentales en la determinación de la cantidad y distribución de los microporos del suelo, y consecuentemente, en la dinámica gaseosa de la actividad respiratoria (Spósito, 1989). Ambos factores ejercen una acción directa sobre los residuos de agroquímicos como el glifosato, cuya

## Cambio climático y Agricultura ¡Cambiar el sistema, no el clima!

acción, persistencia y bioacumulación en el ambiente continúa siendo el centro de múltiples debates.

### Los cambios en la matriz de uso del suelo en Uruguay

Uruguay se localiza en la zona baja de la Cuenca del Río de la Plata; es parte de la llamada región Pampeana (Cabrera y Willink, 1973; Morrone, 2001; Morrone, 2006), más concretamente del Distrito Uruguayense (Cabrera, 1971; Cabrera y Willink, 1973; Cabrera, 1976). La vegetación dominante son los pastizales. Este distrito cubre una superficie de unos 400.000 km<sup>2</sup>, lo que incluye la mayor parte del territorio uruguayo, el sur de Brasil y parte de la región oriental de la Argentina. En Uruguay, la vegetación de pastizales en superficie representa casi el 80% del territorio.

Desde el siglo XVII el uso predominante de las pampas templadas de América del Sur ha sido el ganadero. La ganadería bovina extensiva progresivamente fue variando la dotación de ganado, basando su sustento en lo que se denomina cosecha ecosistémica. A partir de mediados del siglo XIX se aumenta la presión de la cosecha ecosistémica al integrar la ganadería ovina. La integración vacunos - lanares generó un mayor impacto sobre los pastizales, lo que provocó una importante modificación y desencadenó procesos de degradación del sistema y disminución progresiva de la productividad.

El empeoramiento del estado de conservación de los pastizales de las pampas, incluyendo la calidad de los suelos, se ha asociado a la evolución histórica de la ganadería (Panario y Bidegain, 1997) y la agricultura.

Durante los últimos 50 años, en extensas áreas de praderas altas de la ecorregión de las Pampas, se ha registrado un aumento considerable y sostenido en la proporción de la superficie agraria con cultivos anuales, principalmente por la producción de cereales, oleaginosas y praderas artificiales.

Estos procesos han generado un sistema agrario de producción, caracterizado por la coevolución en el tiempo entre sistemas agrícolas y ganaderos. Estos sistemas progresivamente se han transformado. Se pasó de una agricultura y ganadería extensiva de baja productividad (por unidad de superficie) a principios del siglo XX, a sistemas más tecnificados luego, con mecanismos de rotación integrados que permitieron mejorar los rendimientos por unidad de superficie y mantener la capacidad productiva de los suelos (Achkar et al., 1999).

El sector agrícola en Uruguay se desarrolló con el objetivo de satisfacer las demandas del mercado interno, alcanzando una

superficie máxima de ocupación del suelo a principios de la década 1950-1960, con casi un millón de hectáreas. Progresivamente y a consecuencia del abandono del modelo de sustitución de importaciones, la actividad agrícola comenzó a reducir las áreas cultivadas y el número de agricultores. Presentó un continuo proceso de tecnificación, aumento y concentración de la producción. Se llegó a la década de 1990-2000 con un promedio de 470.000 hectáreas ocupadas por el sector, básicamente con 6 productos principales (arroz, trigo, cebada, girasol, maíz y sorgo) generando cerca del 50% del Valor Bruto de la Producción (VBP) del sector agropecuario (Achkar et al., 2000; Arbeletche y Carballo, 2006).

Durante este período se consolidó la integración de la agricultura de secano a los sistemas pecuarios, articulando los beneficios generados para ambas producciones con la rotación agricultura-praderas. También se dio una creciente integración vertical del sector con agroindustrias asociadas, además de la vinculación con el mercado externo, que pasó a constituir el 37% en la década de 1990-2000, frente al 4% en la de 1960-1970 (Souto, 2003).

En las últimas décadas, el proceso generalizado de alteración de los pastizales se ha incrementado con el avance de la soja y la forestación. Según Paruelo et al. (2006), la expansión de la soja y la forestación son dos de las transformaciones más importantes ocurridas en los pastizales de la Cuenca del Río de la Plata. Como sostiene Rondon (2009), "el cambio en el uso de la tierra trajo consigo grandes beneficios económicos a los países y a los inversores, pero los cambios también tienen impactos menos favorables en la sustentabilidad de los suelos, los recursos hidrológicos, la biodiversidad y el clima regional, así como los cambios en los patrones de migración, desempleo, tenencia de la tierra, aumento en el precio de los alimentos e incluso en cuestiones culturales. Pese a las señales de alerta, la mayoría de las políticas en la cuenca continúan favoreciendo la expansión de la agricultura, especialmente para la producción de biocombustibles".

La agriculturización de las zonas templadas y la sustitución de los sistemas extensivos de producción ganadera constituyen las principales dimensiones del "cambio global" en la Cuenca del Río de la Plata. Los cambios en la composición de la atmósfera, las alteraciones del clima y el cambio en el uso de la tierra generan consecuencias en el medio ambiente que exceden los límites locales o regionales y se expresan en una escala global (Duarte et al., 2006; Paruelo et al., 2006).

La expansión del cultivo de soja a partir de la primera década del siglo XXI genera una situación de "veranización" de la agricultura en la región y también en Uruguay, vinculada a una oferta hegemónica de tecnología compuesta de semillas transgénicas resistentes al glifosato y paquetes de siembra directa. Un mercado

## Cambio climático y Agricultura ¡Cambiar el sistema, no el clima!

internacional relativamente sostenido, un paquete tecnológico que asegura una productividad media de 1.500 a 2.500 Kg/ha y el libre ingreso de capitales al sector, generaron un escenario "positivo" que despertó el interés de grandes inversores (muchos de ellos extranjeros), con lógicas de producción muy diferentes a las del agricultor "tradicional". Este sector empresarial encontró en la agricultura una atractiva opción para realizar inversiones que podían llegar a ser seguras y que generaban rentabilidades competitivas con otros sectores de la economía (Arbeletche et al., 2007).

El área cultivada con soja en este período ha venido creciendo en forma sostenida, multiplicándose más de 29 veces en los últimos 10 años (de 29.000 a 850.000 hectáreas). De esta forma, llegó a convertirse en el principal rubro de la agricultura de Uruguay, representando su superficie el 85% de la superficie agrícola total (MGAP/DIEA, 2009; MGAP/DIEA, 2010).

Estos procesos hacen que en las últimas dos décadas el Uruguay rural presente importantes cambios en su matriz productiva, en los sistemas tecnológicos utilizados y en la tenencia de la tierra, vinculados principalmente a la implantación de monocultivos con el desarrollo de los agronegocios (Achkar et al., 2008).

Entre los aspectos a destacar se encuentran: los cambios técnicos relacionados a la siembra directa, que abarca el 95% del área plantada con soja, y la intensificación del sistema agrícola, relacionada al accionar de las empresas (pools de siembra), que han generado competencia por el acceso a la tierra y han incrementado notoriamente su actividad con la compra-venta y arrendamiento de campos. Esto incide en el precio de la tierra. Las 185 empresas con mayor escala productiva, es decir, con predios de más de 1.000 has, concentran 670.000 has (68% de la superficie de cultivos agrícolas, donde el 57% es arrendada) (MGAP, 2009). Estas empresas se relacionan principalmente al sistema de producción de soja. Este cultivo ha incidido en el cambio agrícola que se presenta en varios espacios rurales del país, principalmente en las llanuras litorales del Río Uruguay, registrando un incremento sostenido en el área plantada. Por otra parte, la forestación como actividad económica también ha tenido un incremento en varias regiones, pero por ejemplo, en la región litoral del Río Uruguay adquiere una expresión espacial que impacta sobre el resto de las actividades productivas (Carrasco et al., 2004; Céspedes et al., 2009).

Los esquemas productivos agrícolas se adecuan a un paquete tecnológico simplificado y de alta productividad, integrado por cultivos transgénicos, siembra directa, mayor uso de fertilizantes y plaguicidas, y agricultura de precisión. El sector forestal para la producción de pulpa de celulosa y madera aserrada, utilizando especies de rápido crecimiento, es un factor de transformación que progresivamente adquiere mayor importancia en la región

de las Pampas (Brazeiro et al. 2008). También los sistemas ganaderos, aunque con ritmos diferentes y significativamente más lentos, presentan cambios importantes caracterizados por los feed-lots y otros sistemas intensivos. Estos rumbos de la coevolución del sistema agrícola ganadero en las Pampas generan de forma inevitable nuevos impactos negativos en el medio ambiente. Es que implican un uso creciente de insumos potencialmente contaminantes como cultivos transgénicos, fertilizantes, biocidas, alimentos concentrados y combustibles fósiles, entre otros.

Es así como en las últimas décadas del siglo XX y en el comienzo de este siglo XXI, las nuevas transformaciones productivas que se presentan en la región, con sustitución de producción de alimentos por producción de commodities, generan impactos que transforman el sistema ambiental de forma irreversible. Los monocultivos forestales con especies de rápido crecimiento destinadas a la producción de pulpa de celulosa para la industria mundial del papel, y la producción de soja con especies transgénicas para el alimento de ganado en los países industrializados, constituyen las principales amenazas. La posibilidad de consolidación de un enclave celulósico y sojero en el Bioma de Pastizales templados de América del Sur -las Pampas-, implica la generación de cambios irreversibles en la estructura y funcionamiento de toda la región pampeana (Bickel, 2004; GRAIN, 2003; Pengue, 2000).

Se van generando como consecuencia cambios en la estructura y funcionamiento de los suelos y paralelamente se va consolidando un proceso de concentración y extranjerización de la tierra (Achkar et al., 2004a) por compra directa o por arrendamiento de campos. Esto restringe las posibilidades de uso del suelo para la producción de alimentos para seres humanos y el logro de la soberanía alimentaria (Achkar et al., 2004b).

Las lógicas de cambio en la matriz de uso del suelo que se vinculan a decisiones que trascienden las fronteras nacionales dan cuenta de las potencialidades físicas que tiene el país para sustentar otras actividades económicas, y también de las limitaciones que podemos encontrar en el futuro por las restricciones ambientales que se van produciendo.

### La evaluación del contenido de carbono del suelo en Uruguay

La evaluación del contenido de carbono del suelo en condiciones cercanas a la situación prístina (antes de la introducción de la ganadería) se realizó en base a los trabajos de Durán (1998), y Durán y Califra (2005). A partir de la información contenida en estos trabajos (que se hacen sobre la carta de suelos 1.1.000.000),

## Cambio climático y Agricultura ¡Cambiar el sistema, no el clima!

se realizó una aproximación a la distribución del contenido de carbono orgánico hasta en un metro de profundidad en los suelos, sobre la carta de distribución espacial de las unidades de suelos CONEAT escala 1:20.000.

Los resultados sobre la distribución del carbono orgánico son aceptables ya que los números totales de ambas aproximaciones conducen a los mismos valores para el total de la superficie de uso agropecuario del país (16 millones de hectáreas). Durán (1998) sostiene que el total de carbono orgánico almacenado en condiciones prístinas, considerando un metro de profundidad en todo el país, asciende a 2.200 millones de toneladas. Mientras tanto, la evaluación desde la aproximación con las unidades de suelo CONEAT indica un total de 2.075 millones de toneladas. Aproximadamente corresponde a unas 130 toneladas medias por hectárea de carbono orgánico, que originalmente estaría almacenado en el suelo (COS) nacional. De acuerdo a la variación según tipo de suelo y ubicación en el paisaje y en la región del país, este contenido de carbono varía de 30 a 200 toneladas por hectárea.

En este trabajo se avanza en una evaluación de la situación actual del stock de carbono orgánico en el suelo luego de 300 años de ganadería, más de 100 años de agricultura, y dos procesos de intensificación en el uso de ese bien productivo. Uno de esos procesos fue en la década de 1950-1960 y el otro es actual, como resultado de condiciones favorables en el mercado internacional.

A partir del análisis de la distribución de los suelos y su contenido de carbono, se realiza una síntesis del contenido de carbono a nivel de sección policial (unidad administrativa utilizada en Uruguay para sistematizar información sobre el uso del suelo con frecuencia anual). Con este proceso se obtiene el contenido total de la sección y el contenido medio por hectárea a nivel de sección (Anexo - Mapas 1 y 2).

**Luego se organiza la información sobre el uso del suelo para el año 2009 a nivel de cada sección policial (el país se divide en 274 secciones), en las siguientes categorías:**

1- Praderas Artificiales permanentes, son cultivos con fines de alimentación de ganado, en su mayoría compuestos por gramíneas y leguminosas exóticas.

2- Campo mejorado y fertilizado, incluye mayoritariamente las categorías de campo natural, que tiene la incorporación de alguna especie de mayor valor forrajero y/o la fertilización del campo.

3- Cultivos forrajeros anuales, incluye a los cultivos con fines forrajeros anuales (maíz) y plurianuales (alfalfa).

4- Huertas, Frutales y Viñedos, incluye a los cultivos frutales permanentes (incluidos los cítricos) y los cultivos hortícolas, incluyendo los cultivos protegidos y el cultivo de papa.

5- Cultivos agrícolas extensivos, incluye la totalidad de cultivos de secano tanto de verano como de invierno, y los cultivos de arroz.

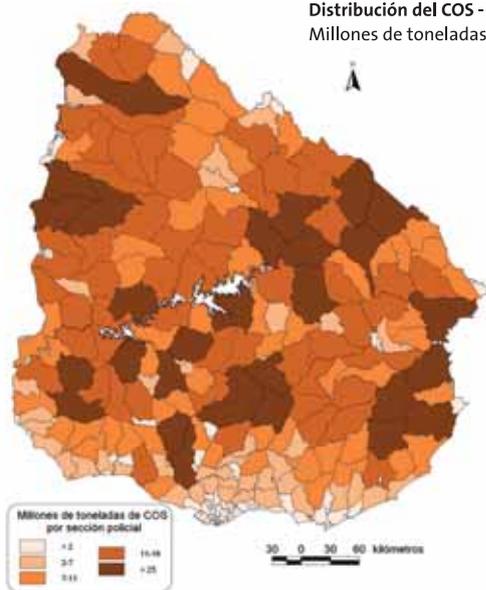
6- Forestación, refiere a los cultivos forestales totales con fines productivos, incluyendo todas las distintas especies cultivadas.

7- Campo natural, refiere a los campos con praderas naturales pastoreadas, humedales y montes naturales. Tierras que prácticamente en su totalidad son dedicadas, con mayor o menor intensidad, al pastoreo de ganado.

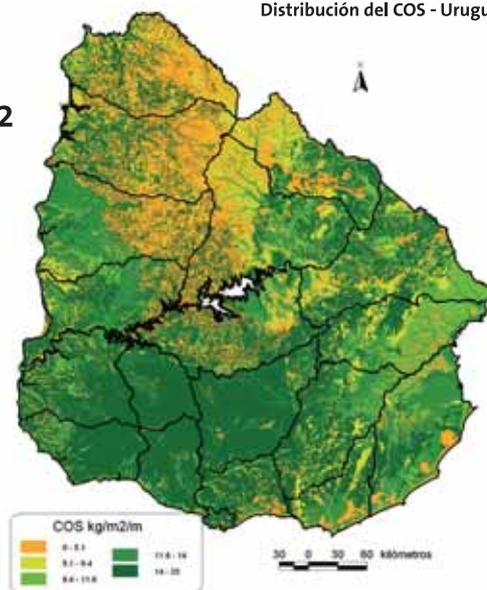
La evaluación de los usos del suelo tiene dos fuentes. Una refiere a la información estadística de las declaraciones juradas de los productores, a partir de la cual el Ministerio realiza la síntesis de los usos medios a nivel de sección policial (MGAP-DICOSE, 2010), correspondiente al año 2009. La segunda corresponde al análisis de la distribución espacial de los usos del suelo mediante el uso de imágenes satelitales Landsat 7TM, correspondiente al año 2007 (Anexo - Mapas 3 a 9).

Los resultados de la distribución del uso actual del suelo se presentan en los mapas 4 a 9.

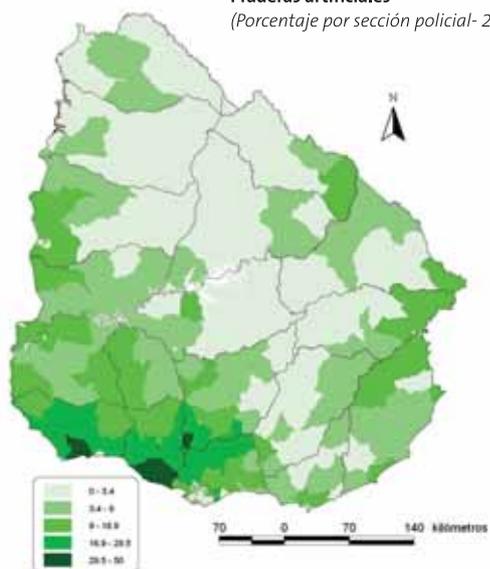
**1** Distribución del COS - Uruguay  
Millones de toneladas según sección policial



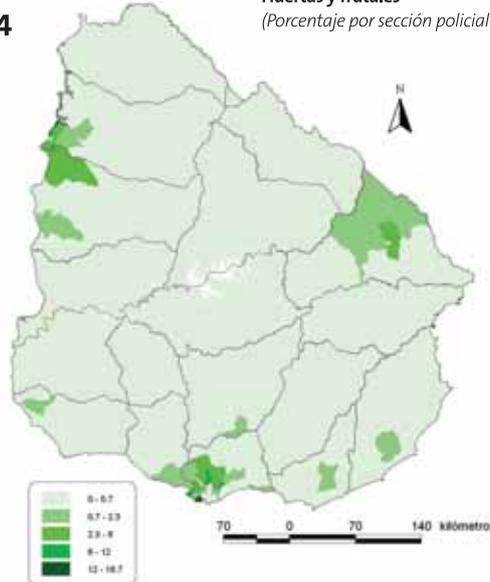
**2** Distribución del COS - Uruguay



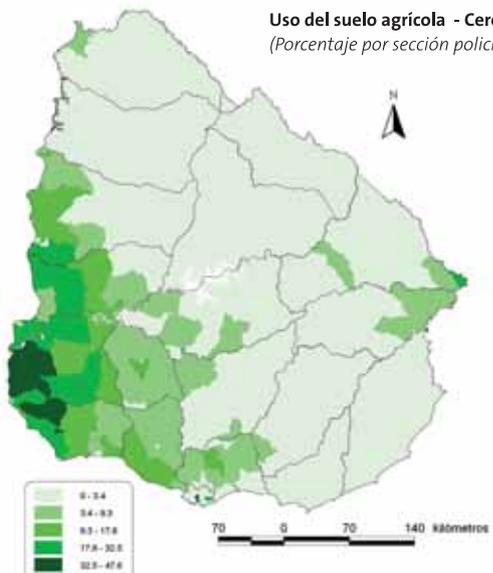
**3** Praderas artificiales  
(Porcentaje por sección policial- 2009)



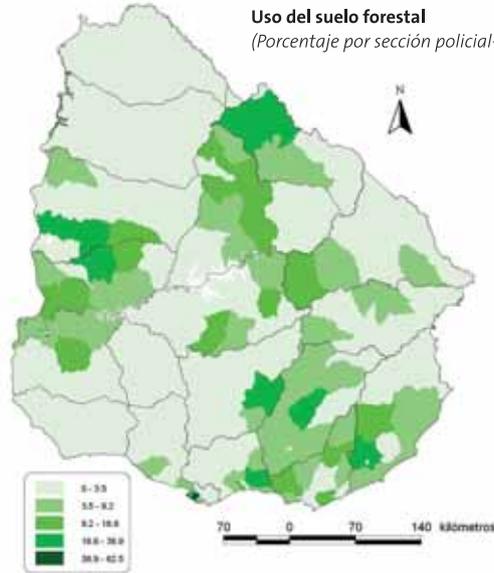
**4** Huertas y frutales  
(Porcentaje por sección policial- 2009)



**5** Uso del suelo agrícola - Cerealero  
(Porcentaje por sección policial - 2009)

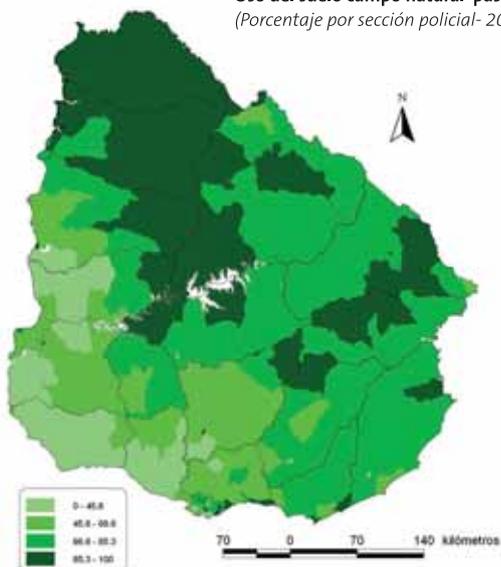


**6** Uso del suelo forestal  
(Porcentaje por sección policial- 2009)



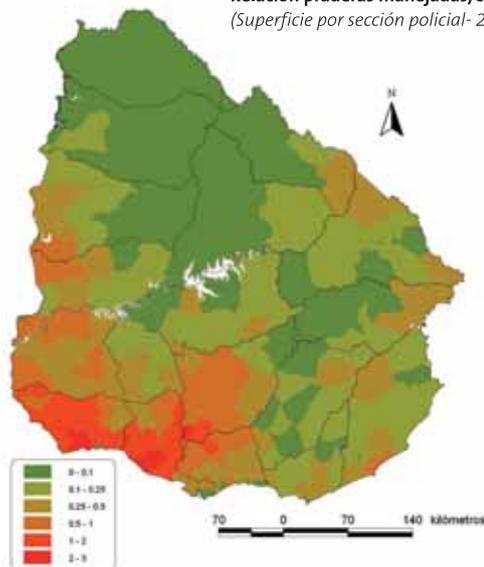
7

Uso del suelo campo natural pastoreado  
(Porcentaje por sección policial- 2009)



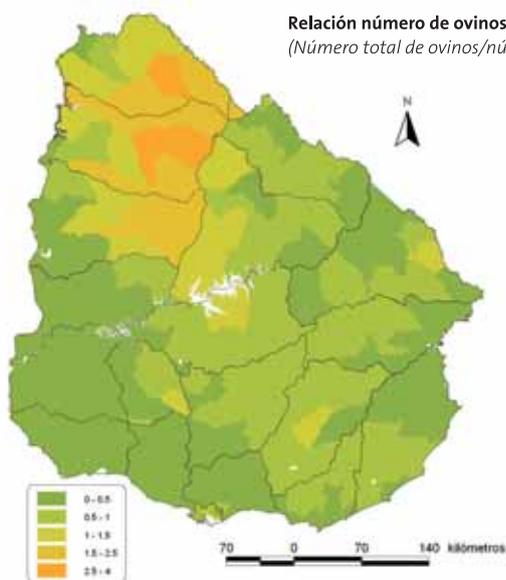
8

Relación praderas manejadas/campo natural  
(Superficie por sección policial- 2009)



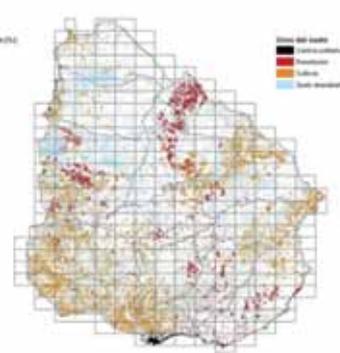
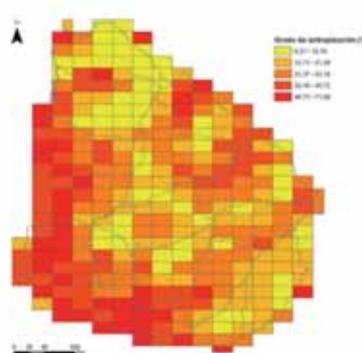
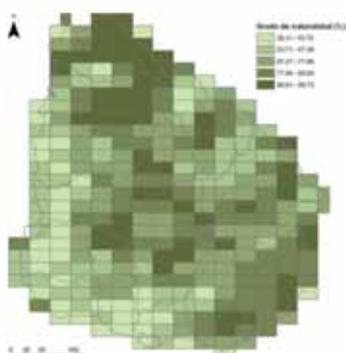
9

Relación número de ovinos/número de vacunos  
(Número total de ovinos/número total de vacunos por sección policial- 2009)



Grado de "naturalidad" en el territorio uruguayo. Elaborado a partir de imágenes satelitales. 2007

Grado de "artificialidad" en el territorio uruguayo. Elaborado a partir de imágenes satelitales. 2007



## Cambio climático y Agricultura ¡Cambiar el sistema, no el clima!

A partir de esta información de uso del suelo a nivel de sección policial, se construyen tres escenarios de variación del contenido de carbono, considerando:

- la proporción de los distintos usos actuales del suelo en la sección policial
- análisis de la distribución de los usos al interior de la sección policial
- la ubicación geográfica de la sección, a nivel de departamento
- el proceso histórico de uso del suelo a nivel de departamento
- la revisión bibliográfica de la información disponible, la información puntual y aproximativa de Uruguay, trabajos de la región y la información a nivel mundial.

La integración de estos cuatro factores permite construir tres escenarios posibles a nivel de hipótesis sobre la variación del contenido de carbono. Los valores de variación de los escenarios se trabajan a nivel de departamento y según los usos actuales del suelo. Los resultados a nivel de porcentaje de la variación del contenido de carbono en el suelo según los escenarios y departamentos se presentan en la tabla 1.

**Tabla 1 Escenarios de variación del carbono según usos y región**

Porcentaje de disminución del COS según usos y departamentos - Escenario de Mínima																			
Uso del Suelo	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
Praderas Artificiales	10	3	9	3	5	3	5	8	3	3	5	7	3	3	5	10	7	3	5
Campo Fertilizado	10	2	10	2	3	2	3	5	2	2	3	3	2	2	3	5	3	2	3
Cultivos Forrajeros	10	3	9	3	5	3	4	6	3	3	4	5	3	3	4	7	5	3	4
Huertas y Frutales	20	15	25	5	7	5	5	7	5	5	10	7	15	15	15	15	5	15	5
Cultivos Agrícolas	2	5	10	10	15	10	10	12	5	5	12	15	5	5	12	15	17	5	5
Forestación	1	1	1	5	1	5	1	1	7	7	5	5	5	7	1	1	1	7	7
Campo Natural	2	7	7	7	5	7	5	5	7	7	7	5	7	7	7	5	5	7	7
Porcentaje de disminución del COS según usos y departamentos - Escenario Medio																			
Uso del Suelo	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
Praderas Artificiales	40	10	30	10	20	10	15	25	10	10	15	20	10	10	15	30	20	10	15
Campo Fertilizado	20	5	15	5	10	5	10	15	5	5	10	10	5	5	10	15	10	5	10
Cultivos Forrajeros	30	7	20	7	15	7	12	17	7	7	12	15	7	7	12	20	15	7	12
Huertas y Frutales	40	30	50	10	15	10	10	15	10	10	20	15	30	30	30	30	10	30	10
Cultivos Agrícolas	5	10	20	20	30	20	20	25	10	10	25	30	10	10	25	30	35	10	10
Forestación	5	5	20	15	5	15	5	5	20	20	15	15	15	20	5	5	5	15	15
Campo Natural	5	15	15	15	10	15	10	10	15	15	15	10	15	15	15	10	10	15	15
Porcentaje de disminución del COS según usos y departamentos - Escenario de Máxima																			
Uso del Suelo	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
Praderas Artificiales	60	15	40	15	25	15	15	35	10	15	20	20	25	20	25	35	35	15	20
Campo Fertilizado	40	10	30	10	20	10	15	20	10	15	25	25	20	15	20	20	30	10	15
Cultivos Forrajeros	40	15	25	15	20	12	15	25	15	15	25	30	25	15	25	25	35	10	15
Huertas y Frutales	60	40	60	20	25	15	10	15	10	10	25	15	35	30	35	40	20	35	10
Cultivos Agrícolas	20	20	30	30	40	30	30	35	15	15	35	35	25	25	30	40	45	15	25
Forestación	30	5	35	15	10	20	10	10	30	20	20	20	25	25	5	10	10	20	10
Campo Natural	35	25	30	25	15	20	25	35	30	25	30	25	35	35	40	25	40	25	25

1 MONTEVIDEO	11 PAYSANDÚ
2 ARTIGAS	12 RÍO NEGRO
3 CANELONES	13 RIVERA

4 CERRO LARGO	14 ROCHA
5 COLONIA	15 SALTO
6 DURAZNO	16 SAN JOSÉ
7 FLORES	17 SORIANO
8 FLORIDA	18 TACUAREMBÓ
9 LAVALLEJA	19 TREINTA Y TRES
10 MALDONADO	

## Cambio climático y Agricultura ¡Cambiar el sistema, no el clima!

### Los tres escenarios trabajados son:

- i) Escenario de mínima, se trabaja sobre los supuestos más optimistas sobre la reducción del carbono del suelo en función del uso.
- ii) Escenario medio, valores medios en la variación del contenido de carbono en el suelo en función del uso.
- iii) Escenario de máxima, refiere a la estimación más severa sobre la disminución del contenido de carbono en el suelo.

Los valores de las tablas de los escenarios se cruzan en el Sistema de Información Geográfica (SIG) con las secciones policiales, que contienen la información de las proporciones de los usos del suelo y el valor del contenido total de carbono en el suelo. Integrando el conjunto de la información, se obtiene una tasa de variación

del contenido de carbono orgánico hasta en un metro de profundidad.

A partir de la integración del conjunto de la información en el SIG se pueden generar las estimaciones de las variaciones del carbono en el suelo a nivel nacional, regional y departamental.

Los resultados obtenidos a partir de los cálculos realizados deben tener una corrección a escala nacional, correspondiente al 3% de erosión severa y muy severa en cárcavas, según lo establecido en 1983, en el último informe nacional sobre el estado de los suelos (PNUMA, 1983). Entonces, el resultado obtenido en cada escenario debe incluir un 3% más, que corresponde a estas áreas donde la pérdida de suelo es total y por tanto es total también la pérdida de la capacidad de almacenamiento de carbono.

*El resultado a nivel departamental se presenta en la Tabla 2.*

**Tabla 2**

c	Departamento	Natural	Mínima	Media	Máxima	% Mín.	% Med.	% Máx.
1	MONTEVIDEO	6994501	6155864	5742502	4056019	88,0	82,1	58,0
2	ARTIGAS	105452511	98321791	90072368	79798009	93,2	85,4	75,7
3	CANELONES	64265365	59220155	52123142	43645140	92,1	81,1	67,9
4	CERRO LARGO	164329325	157720037	144924628	129792909	96,0	88,2	79,0
5	COLONIA	89621289	83137626	74363001	68737004	92,8	83,0	76,7
6	DURAZNO	141356335	132124094	121384081	114173029	93,5	85,9	80,8
7	FLORES	78467134	74422275	69670256	60219546	94,8	88,8	76,7
8	FLORIDA	155018898	146841833	135407867	107042328	94,7	87,3	69,1
9	LAVALLEJA	130076226	121468758	111169171	94205739	93,4	85,5	72,4
10	MALDONADO	55583708	52034954	47672961	42671544	93,6	85,8	76,8
11	PAYSANDÚ	149803682	139569624	126747614	106966621	93,2	84,6	71,4
12	RÍO NEGRO	119142153	111529325	102321604	88552991	93,6	85,9	74,3
13	RIVERA	93651275	87688359	80341786	63029441	93,6	85,8	67,3
14	ROCHA	117612868	110127972	101105452	80875605	93,6	86,0	68,8
15	SALTO	130426777	121431750	110869456	79805834	93,1	85,0	61,2
16	SAN JOSÉ	78579504	72899623	64444229	56626979	92,8	82,0	72,1
17	SORIANO	130835315	120364609	107795866	80137455	92,0	82,4	61,3
18	TACUAREMBO	157742835	147273788	135111238	120481428	93,4	85,7	76,4
19	TREINTA Y TRES	106101709	99075522	90603124	81100504	93,4	85,4	76,4
	TOTAL	2075061412	1941407959	1771870346	1501918125	93,6	85,4	72,4

## Cambio climático y Agricultura ¡Cambiar el sistema, no el clima!

Incluyendo el 3% de los suelos degradados, los resultados a escala nacional indican que en los distintos escenarios se perdió la siguiente capacidad de almacenar carbono orgánico en los suelos:

Mínimo - 191.895.690 toneladas (reducción de 9,4% del stock de carbono)

Medio - 356.347.174 toneladas (reducción de 17,6% del stock de carbono)

Máximo - 618.200.829 toneladas (reducción de 30,6% del stock de carbono)

La situación media en condiciones prístinas indica 130 toneladas de carbono por hectárea en el primer metro de profundidad de los suelos. Los resultados de las pérdidas en los tres escenarios trabajados son:

- a) En el escenario de mínima se habría perdido una media de 12 toneladas de carbono por hectárea.
- b) En el escenario medio, 23 toneladas por hectárea
- c) En el escenario de máxima, una pérdida de 40 toneladas por hectárea.

### Discusión

Los suelos son uno de los principales reservorios de carbono del planeta. Según datos de Pedersel et al. (2003) (citado en Ponce y Ortega, 2009), los suelos almacenan mayor cantidad de carbono que la biomasa que se desarrolla en ellos y además contienen 3,3 veces más carbono que el total de la atmósfera.

Frente a esta situación y considerando que las estimaciones más ajustadas indican que del 75 al 80% de las emisiones de carbono a la atmósfera son de origen antropogénico (Ponce y Ortega, 2009), es indispensable analizar la magnitud del flujo de carbono desde los suelos hacia la atmósfera y en sentido contrario.

Por lo tanto, para el correcto análisis de estos procesos es necesaria una evaluación de la línea de base. Esta necesidad es reconocida por diversos trabajos realizados en los últimos años (Jonson y Kern, 2002; Morisada et al., 2004; Batjes, 2000; Bernoux et al., 2002; Ponce-Hernández, 2004).

En general, los trabajos publicados indican que la reducción del contenido de carbono es importante. Ponce y Ortega (2009) reportan que de un análisis de los suelos de Cuba que incluye la evaluación de más de 1.600 perfiles de suelos, los cambios son de 1.309 Tg a 729 para más de 10 millones de hectáreas. Es decir, se presenta una reducción del 44% en comparación con la situación prístina. Pottker (1977), reportado en Bayer y Mielniczuk (1999), analizando la situación de los suelos en Rio Grande do Sul (estado de Brasil), encuentra que los suelos agrícolas luego de un uso convencional por un período de 15 años reducen el stock de carbono en un 50%.

En el trabajo presentado por GRAIN (2009) a escala planetaria, que incluye las 5.000 millones de hectáreas de uso agropecuario, se reporta una disminución promedio del stock de carbono de 12 toneladas por hectárea.

En Uruguay, el trabajo realizado por Baethgen, García y Clérico (2000), utilizando el modelo de simulación Century y apoyado sobre trabajos de campo, reporta que el stock de carbono en los suelos agrícolas del país se redujo en un 50% desde la condición prístina hasta 1975, y prácticamente se mantuvo o registró un leve aumento hasta el año 2000. El incremento del stock de carbono en el período 1975-2000 varía de 0 a 8%. En este trabajo se evalúa según la textura de los suelos (pesado, medio y liviano), pero para todos los casos encuentran valores similares.

Entonces, los resultados obtenidos en este trabajo a partir de los tres escenarios formulados presentan porcentajes de reducción del stock de carbono que varían de 9,4-17,6 a 30,6%. Parecen ser estimaciones relativamente conservadoras sobre la situación actual del principal reservorio de carbono del Uruguay, el suelo.

La disminución del stock de carbono en los suelos se debe integrar en la discusión más general de la degradación de esos suelos, que integra procesos físicos de alteración (fundamentalmente erosión) y degradación química (pérdida de materia orgánica) (Tan et al., 2007).

La degradación de los suelos se vincula directamente con la gestión agraria (Funes, 2001; Morón, 2003). En este sentido, puede tener seis grandes causas:

- a) alta especialización de los productores, centrando su producción en pocos cultivos y aumentando la intensidad en el uso de las tierras.
- b) Aumento de las áreas destinadas a monocultivos, con tendencias a la producción continua.
- c) Intensificación en el uso del suelo.
- d) Aumento del uso de insumos externos.
- e) Deforestación de bosques naturales.
- f) Sistemas intensivos ganaderos.

Además, este proceso de disminución del stock de carbono en los suelos tiende a una disminución progresiva de su productividad. En algunos casos esta disminución se ve disimulada (ocultada) por el uso de grandes cantidades de fertilizantes químicos. Éstos, en última instancia, tienden a disminuir aún más la capacidad del suelo de operar como sumidero de carbono, generando procesos de desertificación progresivos (MDSyMA, 1998).

Frente a esta situación, la bibliografía recomienda una serie de medidas de conservación de suelos, técnicas de cultivo y, en general, manejo de la tierra en base a los principios de la agroecología, como mecanismos para la recuperación del stock de carbono (Romannya et al., 2007). Estas tasas de recuperación pueden variar desde 300 kg. por hectárea y por año a más de 2.000 kg. por hectárea y año (Izaurre et al., 2001).

En el caso de Uruguay: "Los resultados de las simulaciones indican que las prácticas de manejo utilizadas en la región agrícola del país hasta la década de 1980 resultaron en grandes pérdidas de carbono (por degradación y erosión), que alcanzaron el 50% del valor correspondiente a la condición prístina". (Baethgen, García y Clérico, 2000).

## Cambio climático y Agricultura ¡Cambiar el sistema, no el clima!

Si consideramos una tasa de recuperación de 300 kgs. de carbono en el suelo por hectárea y por año en Uruguay, se lograría una recuperación de 4,8 millones de toneladas de carbono.

Alcanzar una tasa de recuperación de carbono en el suelo (300 Kg./ha./año) implica manejar la relación entre la biodiversidad por encima y por debajo del suelo, y esto puede aportar beneficios en el enfriamiento del clima, pero también en el funcionamiento de los agroecosistemas. La actividad de los organismos por debajo del suelo puede afectar el fenotipo de la planta; su aumento y mejoramiento pueden inducir a la tolerancia de plantas a herbívoros y patógenos (Blouin et al., 2005). De esa forma se puede generar un proceso de mejoramiento en cadena de la situación ambiental del predio, de la productividad y de las condiciones de los productores.

"Los estudios que realizan un análisis integrado del agroecosistema, mejoran progresivamente nuestra comprensión del papel de la biodiversidad en la agricultura, y las relaciones ecológicas entre componentes biológicos por encima y por debajo del suelo. Tal entendimiento constituye un paso clave hacia la construcción de una estrategia innovadora y verdaderamente agroecológica de conversión, que combina la diversificación de cultivos y el mejoramiento orgánico del suelo". (Altieri y Nicholls, 2007).

Con políticas que orienten al sector agrario hacia la construcción de una estrategia innovadora y verdaderamente agroecológica de conversión, que combine la diversificación de cultivos y el mejoramiento orgánico del suelo, se puede comenzar un proceso sostenido de recuperación de ese bien que tienda a maximizar su función de almacenamiento de carbono. Se posibilita así el almacenamiento de carbono a una tasa de 4 millones de toneladas por año para Uruguay en su conjunto (considerando los cálculos más conservadores).

Si tenemos en cuenta los tres escenarios de evaluación de la disminución del stock de carbono y esta tasa de recuperación, se obtienen los siguientes resultados:

*Mínimo* - 192 millones de toneladas de carbono (reducción de 9,4% del stock de carbono), a una tasa de recuperación de 4 millones de toneladas anuales, se pueden recuperar en un periodo de 48 años. Se alcanzaría así la situación prístina de contenido de carbono en los suelos.

*Medio* - 356 millones de toneladas (reducción de 17,6% del stock de carbono), a una tasa de recuperación de 4 millones de toneladas al año, se pueden recuperar en un periodo de 89 años.

*Máximo* - 616 millones de toneladas (reducción de 30,6% del stock de carbono), a una tasa de recuperación de 4 millones de toneladas anuales, se pueden recuperar en un periodo de 154 años.

Considerando la situación más favorable de captura de carbono desde la atmósfera hacia el suelo -2.000 kg. por hectárea y por año- (reportado por Izaurralde et al., 2001), es posible almacenar 30 millones de toneladas al año en el suelo. En esta situación se podrían reducir los tiempos de recuperación del stock de carbono en los suelos a: 6 años para el escenario de mínima; 12 años para el escenario medio y 21 años para el escenario de máxima, lo cual implica aplicación de las pautas de la agroecología en todo el territorio nacional y todos los sectores productivos.

En síntesis, Uruguay tiene un importante margen para absorber y almacenar carbono atmosférico por la vía de la recuperación de los suelos y la acumulación de materia orgánica en cantidades cercanas a la situación prístina. El conocimiento generado por los productores familiares y campesinos en todo el mundo y en Uruguay ofrece un gran potencial para enfrentar el cambio climático, y nos plantea la necesidad de diseñar con urgencia políticas agrarias que integren estos saberes para mejorar el desempeño de los suelos agropecuarios del país. Además, sabemos que los procesos de recuperación de los suelos y acumulación de materia orgánica permiten: i) realizar captura de carbono a una tasa mayor que la de las emisiones, ii) aumentar la productividad en kg. de biomasa por unidad de superficie, en particular aumentar la producción de alimentos, iii) mejorar la capacidad de acumulación de agua de los suelos y iv) reducir la dependencia de insumos externos como subsidios a la producción.

### Reflexiones Finales

La agricultura desempeña un papel importante en la crisis climática, como un contribuyente que emite gases de efecto invernadero o como un sumidero que opera como reductor potencial de impactos negativos. Sin embargo, la gama actual de propuestas, como el aumento de la superficie ocupada por agricultura basada en monocultivos bajo la lógica de la revolución verde, la sustitución de combustibles fósiles por agrocombustibles, los sistemas intensivos de cría de animales y la inclusión de la agricultura en los nacientes mercados de carbono, entre otras, constituyen falsas soluciones al problema. En general, los resultados de las investigaciones para evaluar el funcionamiento total e integral de esos sistemas, incluyendo las técnicas de análisis del ciclo de vida, muestran que todas estas propuestas finalmente tienden a aumentar las emisiones de GEI. Por tanto, contribuyen con el aumento e intensificación de la crisis climática.

Existen opciones viables que permiten a las actividades agrícolas mitigar el cambio climático. Una estrategia posible hacia un futuro más sustentable es el diseño de sistemas complejos de producción, donde las técnicas agroecológicas permiten reducir la dependencia de los agroquímicos, se integra la agricultura con la producción de animales y se promueve el mantenimiento de la matriz de vegetación natural (FAO, 2002; Franchini et al., 2000; Coleman et al., 2004).

Un cambio hacia sistemas de pastoreo directo en los pastizales y sistemas agrícolas de rotación, integrando aspectos multifuncionales de la agricultura, puede contribuir a generar alteraciones positivas de la actividad agrícola y a mitigar los efectos del cambio climático. Para esto es necesario diseñar sistemas de producción que permitan mantener la función de los ecosistemas y de los agroecosistemas de almacenamiento de carbono, en especial en el suelo.

Por otra parte, se requiere la adaptación de los sistemas productivos a los nuevos escenarios de comportamiento del clima, o sea, un ajuste de esos sistemas a los efectos del cambio climático. Se debe intentar maximizar los beneficios posibles y minimizar los impactos negativos del clima sobre los sistemas de producción.

# Bibliografía

## Bibliografía

Achkar, M.; Aicardi, J. y Panario, D. (2000) Sector agropecuario. Diagnóstico y escenarios sustentables. Uruguay Sustentable, una propuesta ciudadana. PUS. REDES - AT. Montevideo. pp. 17-159.

Achkar, M.; Cayssials, R. y Domínguez, A. (1999) Desafíos para Uruguay. Espacio Agrario Espacio Ambiental. Ed. Nordan. Montevideo.

Achkar, M.; Domínguez, A., Díaz, I. y Pesce, F. (2010a) La intensificación del uso agrícola del suelo en la última década en el Litoral Oeste del Uruguay. Revista Interuniversitaria de Estudios Territoriales. Pampa N° 10. Edición Especial. AUGM. La Plata. En revisión

Achkar, M.; Domínguez, A. y Pesce, F. (2010b) Desafíos ante la crisis y la injusticia climática. En Quehacer Educativo N° 99. Febrero. Revista de la Federación Uruguaya de Magisterio. FUM-TEP. pp 21-26.

Achkar, M.; Domínguez, A. y Pesce, F. (2008) Agronegocios Ltda. Nuevas modalidades de colonialismo en el Cono Sur de América. FWW- REDES - AT. Montevideo.

Achkar, M.; Domínguez, A. y Pesce, F. (2004a) Diagnóstico socio-ambiental participativo en Uruguay. Programa Uruguay Sustentable/REDES - AT. Ediciones Tomate Verde. Montevideo.

Achkar, M.; Domínguez, A. y Pesce, F. (2004b) Seguridad y soberanía alimentaria en Uruguay. Contexto y propuestas. Programa Uruguay Sustentable/REDES - AT. Montevideo.

Altieri, M.A. y Nicholls, C.I. 2007. Conversión agroecológica de sistemas convencionales de producción: teoría estrategias y evaluación. *Ecosistemas* 16 (1). <http://www.revistaecosistemas.net/articulo.asp?id=457>

Amigos de la Tierra Internacional (2009) Documento de Posicionamiento para la COP 15, Copenhague. Diciembre 2009. En línea: <http://www.redes.org.uy/wp-content/uploads/2009/Documentodeposicionparacop15deATI.pdf>.

Arbeletche, P. y Carballo, C. (2006). Sojización y concentración de la agricultura uruguaya. XXXIV Congreso de la AAEA. Córdoba. Argentina.

Arbeletche, P.; Courdin, V. y Oliveira, G. (2007). Soja y forestación: los impactos sobre la ganadería uruguaya. CIEA. Buenos Aires, Argentina.

Austen Bardbury, W (2009) Energía, alimentación y gases de efecto invernadero. En: Biodiversidad Sustentable y Culturas. N° 62. Octubre. pp 15-18. GRAIN. Montevideo.

Baethgen, W.; García, F. y Clérico, C. (2000) Estimación de la Evolución del Contenido de carbono de los Suelos Agrícolas de Uruguay. Boletín INIA N° 007. Montevideo.

Barros, V.; Clarke, R. y Silva Dias, P. (eds) (2006) El cambio climático en la Cuenca del Plata. Buenos Aires. CIMA.

Batjes, N. H. (2000) Effects of mapped variation in soil conditions on estimates of soil carbon and nitrogen stocks for South America. *Geoderma*, 97(1-2): 135-144.

Bayer, C. y Mielniczuk, J. (1999) Dinamica e funcao da materia organica. En: Fundamentos da matéria orgânica do solo. Santos, G.A. y Camargo, F. Editores. Porto Alegre. 9 - 26pp.

Bernoux M.; Carvalho, Maria C.S., Volkoff, B y Cerri, C.C (2002) Brazil's soil carbon stocks. *Soil Sci. Soc. Am. J.*, 66: 888-896.

Bickel, U. (2004) Brasil: expansao da soja, conflictos socio-ecológicos e segurança alimentar. S/p.

Blouin, M., Zuily-Fodil, Y., Pham-Thi, A.-T., Laffray, D., Reversat, G., Pando, A., Tondoh, J., Lavelle, P. (2005) Belowground organism activities affect plant aboveground phenotype, inducing plant tolerance to parasites. *Ecology Letters* 8: 202-208.

Bohon, H., McNeal, B. and O'Connor, G. (1979) *Soil Chemistry*, Wiley, New York.

Brazeiro A, Achkar M, Toranza C y Barthesagui L. (2008) Potenciales Impactos del Cambio de Uso de Suelo sobre la Biodiversidad Terrestre de Uruguay. En: Fernández-Reyes L, Rial A & Volpedo A (Eds). Efectos de los Cambios Globales sobre la Biodiversidad. CYTED- Conservation Internacional Red 406RT0285. 7 - 21pp.

Cabrera, A. (1971) Fitogeografía de la República Argentina. Boletín de la Sociedad Argentina de Botánica Vol. 14, Nos. 1-2, pp.1-42.

Cabrera, A. (1976) Regiones fitogeográficas argentinas, in Kugler, W.F. (Ed.): Enciclopedia Argentina de Agricultura y Jardinería II, ACME, Buenos Aires, pp.1-85.

Cabrera, A. y Willink, A. (1973) Biogeografía de América Latina, Washington D.C. Secretaría General de la Organización de los Estados Americanos. Programa Regional de Desarrollo Científico y Tecnológico, Departamento de Asuntos Científicos. (Monografía No. 13. Serie de Biología)

Carrasco, L.; Eguren, G.; Castiñeira, C.; Parra, O. y Panario, D. (2004) Preliminary study of prairies forested with Eucalyptus sp. at the northwestern Uruguayan soils *Environmental Pollution*, 127: 49-55.

Céspedes, C.; Piñeiro, G.; Achkar, M.; Gutierrez, O. y Panario, D. (2009). The irruption of new agro-industrial technology in Uruguay and their environmental impacts on soil, water supply and biodiversity: a review *International Journal of Environment and Health*. Vº 3. Nº 2. pp 175 - 197.

Chapin, F.S.; B.H., Walker; R.J., Hobbs; D.U., Hoper; J.H., Lawton; O.E., Sala Y D. Tilman, (1997). Biotic control over the functioning of ecosystems. *Science*, 277: 500-504.

Chapin, F.S.; Zavaleta, E.S.; Eviner, V.T.; Naylor, R.L.; Vitousek, P.M.; Reynolds, H.L.; Hooper, D.U.; Lavoie, S.; Sala, O.E.; Hobbie, S.E.; Mack, M.V. y Díaz, S. (2000). Consequences of changing biodiversity. *Nature* 405: 234-242.

Coleman, M. D. et al. (2004) Comparing Soil Carbon of Short Rotation Poplar Plantations with a agricultural Crops and Woodlots in North Central United States. *Environmental Management* Vol. 33, Supplement 1, pp. S299-S308 Springer-Verlag New York, LLC

Democracia Viva (2009) Mudancas Climáticas, marcas de um novo tempo? N° 43. IBASE. Brasil.

## Bibliografía

- Duarte, C. (Ed.), Alonso, S., Benito, G., Dachs, J., Montes, C., Pardo, M., Rios, A., Simó, R. and Valladares, F. (2006) Cambio Global: Impacto de la actividad humana sobre el sistema Tierra. Consejo Superior de Investigaciones Científicas. Madrid.
- Durán, A. (1998) Contenido y distribución de carbono orgánico en suelos del Uruguay. *Agrociencia*, Vol. II, Nº 1, Montevideo, pp 37 - 47
- Durán, A. y Califra, A. (2005) Contenido de carbono orgánico de los suelos del Uruguay, en línea : <http://www.fagro.edu.uy/edafologia/Carbono%20web/mapaespanol.htm>
- FAO (2002) Captura de carbono en los suelos para un mejor manejo de la tierra. Informes sobre recursos mundiales de suelos. Nº 96. Roma.
- FAO (2000) The Energy and Agriculture nexus. Roma. <http://tinyurl.com/2ubntj>
- Foro Humanitario Global (2009) Human Impact Report. Ginebra.
- Franchini, J.C. et al (2000) Alterações na fertilidade do solo em sistemas de rotação de culturas em semeadura direta. *R. Bras. Ci. Solo*, 24:459-467
- Funes, F. (2001). El movimiento cubano de agricultura orgánica. Transformando el campo cubano. *Avances de la agricultura sostenible*. ACTAF, La Habana, pp. 15-38.
- González-Molina, L., Etchevers-Barra, J., Hidalgo-Moreno, C. (2008) Carbono en suelos de ladera: factores que deben considerarse para determinar su cambio en el tiempo. *Agrociencia* 42: 741-751.
- GRAIN (2009) Cuidar el suelo. En : <http://www.grain.org/seedling/index.cfm>
- GRAIN (2010a) Crisis climática. Falsos remedios y soluciones verdaderas. Compendio Especial. *Revista Biodiversidad Sustentando y Culturas*. Abril. Montevideo.
- GRAIN (2010b) De Copenhague a Cancún vía Cochabamba - La urgencia de soluciones verdaderas. *Revista Biodiversidad Sustentando y Culturas*. Nº 62. Octubre Montevideo pp 10-16
- GRAIN (2003). Estrategias corporativas en América Latina. Transgénicos y propiedad intelectual. Separata de la *Revista Biodiversidad Sustentando y Culturas*. Diciembre. Montevideo.
- Green, E.R., S.J., Cornell; J.P.W., Scharlemann Y A., Balmford, (2005). Farming and the fate of wild nature. *Science*, 307:550-555.
- Henderson, G.S. (1995) Soil organic mater: a link between forest management and productivity, in McFee, W.W. and Kelly, J.M. (Eds): *Carbon Forms and Functions in Forest Soils*, Soil Science Society of America, SSSA, Inc., Madison, WI, pp.419-435.
- Houghton, R.A. (2001) Global terrestrial productivity and carbon balance, in Roy, J., Saugier, B. and Mooney, H.A. (Eds): *Terrestrial Global Productivity*, Academic Press, San Diego, pp.499-520.
- Izaurrealde, R.C.; Williams, J.R.; McGill, W.B and Rosenberg, N.J. (2001) First National Conference on Carbon Sequestration. U.S. Department of Energy- National Energy Technology Laboratory and held at the Renaissance Washington DC. May 14-17.
- Johnson, M.G. y J.S. Kern (2002) Quantifying the organic carbon held in forested soils of the United States and Puerto Rico. in: Kimble, J.M., L.S. Heath, R.A. Birdsey y R. Lal (Eds.), *The Potential of U.S. Forest Soils to Sequester Carbon and Mitigate the Greenhouse Effect*. Lewis Publishers, Boca Raton, FL, pp. 47- 72.
- Lal, R. (2004) Soil carbon sequestration to mitigate climate change. *Geoderma*, v.13, p.1-22.
- Lal, R. (2005) Soil erosion and carbon dynamics', *Soil and Tillage Research*, Vol. 81, pp.137-142.
- Lambin, E.F et al. (2001). The causes of land-use and land-cover change: moving beyond the myths. *Global Environmental Change* 11: 261-26.
- Leroy, J.P. (2009) Justiça climática, um direito humano negado En: *Democracia Viva* Nº 43. Setiembre. Rio de Janeiro. IBASE. pp 3-8.
- Lopes, Fabíola, Merten, G.H., Mielniczuk, J., Tornquist, C.G y Oliveira, E.S. (2008) Simulação da dinâmica do carbono do solo numa microbacia rural pelo modelo Century. *Pesq. agropec. bras.*, Brasília, v.43, n.6, p.745-753, jun. 2008.
- Martínez, E., Fuentes, J.P. y Acevedo, E. (2008) Soil organic carbon and soil properties. *J. Soil Sc. Plant Nutr.* 8 (1) (68-96)
- Ministerio de Desarrollo Social y Medio Ambiente (1998) Inventario de gases de efecto invernadero 1997. Cambio del contenido de carbono en el suelo por prácticas agrícolas. Secretaría de Desarrollo Sustentable y Política Ambiental. Buenos Aires.
- Ministerio de Ganadería, Agricultura y Pesca - DICOSE (2010) Declaración jurada de los productores rurales a nivel de sección policial año 2009. Montevideo.
- Ministerio de Ganadería, Agricultura y Pesca - DIEA (2009) Anuario estadístico. Montevideo.
- Ministerio de Ganadería, Agricultura y Pesca (2010) Boletín técnico. Encuesta Agrícola de secano. Montevideo.
- Ministerio de Ganadería, Agricultura y Pesca (2009) Serie "Precio de la Tierra" <http://www.mgap.gub.uy/portal/hgxpp001.aspx>
- Morisada, K., K. Ono, y H. Kanomata (2004) Organic carbon stock in forest soils in Japan. *Geoderma*, 119: 21-32.
- Morón, A. (2003) Efecto de las rotaciones Cultivos-Pasturas sobre la fertilidad de los suelos en ensayos de larga duración del INIA La Estanzuela (1963-2003). *Informaciones Agronómicas*. Nº 20. Diciembre.
- Morrone, J. (2001) Biogeografía de América Latina y el Caribe. M&T.

## Bibliografía

Manuales y Tesis SEA, vol. 3. Zaragoza. España.

Morrone, J. (2006) Biogeographic areas and transition zones of Latin America and the Caribbean Islands based on panbiogeographic and cladistic analyses of the entomofauna. *Annual Review of Entomology*, Vol. 51, pp.467-494.

Panario, D. and Bidegain, M. (1997) Climate change effects on grasslands in Uruguay. *Climate Research* 9:37-40.

Paruelo J., Jobbagy E. y Sala, E. (2001). Current distribution of ecosystem functional types in temperate South America. *Ecosystems* 4: 683-698.

Paruelo, J.M.; J.P., Guerschman; G., Piñeiro.; E.G., Jobbágy; S.R., Verón; G. Balde Y S., Baeza, (2006). Cambios en el uso de la tierra en Argentina y Uruguay: Marcos conceptuales para su análisis. *Agrociencia*, 10: 47-61.

Paul, H., Semino, S.; Lorch, A.; Andersen, B. H., Gura Sy Ernsting, A. (2009). Agriculture and climate change: Real problems, false solutions. *Friends of the Earth Denmark*. En línea: <http://www.econexus.info/pdf/agriculture-climate-change-june-2009.pdf>

Pedersen, T. F.; François, R.; François, L.; Alverson, K. y McManus, J. (2003) The late quaternary history of biogeochemical cycling of carbon. En: *Paleoclimate global change and the future*. K. Alverson, R. S. Bradley y T. F. Pedersen (eds.). Springer. Berlin, pp. 63-79.

Pengue, W. (2000) Cultivos transgénicos. ¿Hacia donde vamos? UNESCO. Lugar Editorial. Buenos Aires.

Pichs-Madruga, R. (2009) IPCC: fortalezas, retos y lecciones para el futuro de la ciencia. En: *Newsletter. Inter-American Institute for Global Change Research*. Buenos Aires.

PNUMA, FAO, UNESCO (1983) Misión sobre desertificación de Tierras en el Uruguay. Dirección de Suelos y Aguas. Ministerio de Ganadería, Agricultura y Pesca. Montevideo.

Ponce-Hernandez, R. (2004) Assessing carbon stocks and modeling win-win scenarios of carbon sequestration through land-use changes. *Food and Agriculture Organization of the United Nations*. Rome, 156 pp.

Ponce de León, D. y Ortega, F. (2009) Estimación de reservas de carbono de los suelos minerales de Cuba. Partell. Estimación espacial y pérdidas de carbono por el uso agrícola. CYTED. Efectos de los cambios globales sobre el ciclo del carbono. Bs As. 77-91pp.

Post, W.M. y Kwon, K.C. (2000) Soil Carbon Sequestration and Land-Use Change: Processes and Potential. *Global Change Biology* 6:317-327

REDES - Amigos de la Tierra Uruguay (2009) Cambiemos el sistema que está cambiando el clima. Montevideo. En línea: <http://www.redes.org.uy/2009/12/10/para-cambiar-el-clima-hay-que-cambiar-el-sistema/>

Romanyà, J., Rovira, P. y Vallejo, R. (2007) Análisis del carbono en los suelos agrícolas de España. Aspectos relevantes en relación a la reconversión a la agricultura ecológica en el ámbito mediterráneo. *Ecosistemas* 16 (1): 50-57. Enero 2007

Rondon, M. (2009) Biocombustibles, soja y desarrollo rural en la cuenca del Río de la Plata: cambios sin precedentes en la segunda cuenca más grande de América Latina. En: *Newsletter. Inter-American Institute for Global Change Research*. Buenos Aires.

Sala, O.E., F.S., Chapin III; J.J., Armesto; E., Berlow; J., Bloomfield; R., Dirzo; E., Huber-Sanwald; L.F., Huenneke; R.B., Jackson; A., Kinzig; R., Leemans; D.M., Lodge; H.A., Mooney; M., Oesterheld; N.L., Poff; M.T., Sykes; B.H., Walker; M., Walker Y D.H., Wall, (2000). Global biodiversity scenarios for the year 2100. *Science*, 287: 1770-1774.

Souto G. (2003) Oleaginosos y Derivados: situación actual y perspectivas. Anuario. OPYPA. Montevideo.

Siri Prieto, G. y Ernst, O. (2009) Manejo del suelo y rotación con pasturas: Efecto sobre la calidad del suelo, el rendimiento de los cultivos y el uso de insumos. *Informaciones Agronómicas* N°45. pp 22-26

Sposito, G. (1989) *The Chemistry of Soils*, Oxford University Press, New York.

Tan, Z. et al. (2007) Simulated responses of soil organic carbon stock to tillage management scenarios in the Northwest Great Plains. *Carbon Balance and Management* 2:7

Tittonell, P. A. et al. (2006) Exploring land use scenarios by long-term simulation of soil organic matter in central Argentina *Spanish Journal of Agricultural Research* 4(4), 381-389

Vía Campesina (2007) Los pequeños productores y la agricultura sostenible están enfriando el planeta [http://www.viacampesina.org/main\\_sp](http://www.viacampesina.org/main_sp)

Vitousek, P. (1994). Beyond Global Warming: Ecology and Global Change. *Ecology*, 75(7): 1861-1876.

## Anexos

### ANEXO 1 - DISTRIBUCIÓN DE USOS DEL SUELO EN URUGUAY - 2009

#### CATEGORIAS:

1- Praderas Artificiales permanentes, son cultivos con fines de alimentación de ganado, en su mayoría compuesta por gramíneas y leguminosas exóticas.

2- Campo mejorado y fertilizado, incluye mayoritariamente las categorías de campo natural que tiene la incorporación de alguna especie de mayor valor forrajero y/o la fertilización del campo.

3- Cultivos forrajeros anuales, incluye a los cultivos con fines forrajeros anuales (maíz) y plurianuales (alfalfa).

4- Huertas, Frutales y Viñedos, incluye a los cultivos frutales permanentes (incluidos los cítricos) y los cultivos hortícolas incluyendo los cultivos protegidos y el cultivo de papa.

5- Cultivos agrícolas extensivos, incluye la totalidad de cultivos de secano tanto de verano como de invierno y los cultivos de arroz.

6- Forestación, refiere a los cultivos forestales totales con fines productivos incluyendo todas las distintas especies cultivadas.

7- Campo natural, refiere a los campos con praderas naturales pastoreadas, húmedales y montes naturales. Tierras que prácticamente en su totalidad son dedicadas con mayor o menor intensidad al pastoreo de ganado.

### DISTRIBUCIÓN DE USOS SEGÚN DEPARTAMENTO EN PORCENTAJE

DISTRIBUCIÓN DE USOS SEGÚN DEPARTAMENTO EN PORCENTAJE								
DEPTO	1	2	3	4	5	6	7	TOTAL
1	5,1	10,9	4,5	4,6	1,8	20,4	52,8	100
2	2,9	0,9	0,6	0,0	1,3	0,3	93,9	100
3	17,9	7,7	5,8	0,9	6,0	5,5	56,1	100
4	3,8	7,6	0,7	0,8	1,7	4,2	81,2	100
5	21,1	7,6	15,1	0,2	18,3	1,4	36,3	100
6	3,0	7,9	2,1	0,0	2,1	3,7	81,2	100
7	8,9	6,6	4,6	0,0	6,8	0,6	72,6	100
8	8,6	15,3	6,7	0,1	1,4	4,4	63,6	100
9	4,1	7,8	1,1	0,0	1,2	8,3	77,4	100
10	4,4	7,5	1,0	0,1	0,6	7,2	79,2	100
11	5,2	3,5	2,9	0,7	5,5	6,2	76,0	100
12	5,7	4,5	4,6	0,1	13,4	11,4	60,3	100
13	4,7	4,0	0,7	0,0	0,8	11,1	78,6	100
14	7,7	9,6	1,1	0,1	1,5	5,2	74,8	100
15	2,4	1,4	1,2	0,1	0,9	0,2	93,7	100
16	22,9	6,8	14,1	0,3	8,6	2,3	45,0	100
17	9,7	5,9	8,7	0,1	25,9	3,3	46,4	100
18	2,9	3,7	0,5	0,0	0,9	5,9	86,1	100
19	5,9	5,4	0,3	0,1	2,6	3,9	82,0	100
Total	6,1	5,9	3,0	0,2	4,5	4,7	75,6	100

### ANEXO 2

#### ALGUNAS TENDENCIAS EN URUGUAY

Importación de glifosato (Kg. de producto activo)	
1999	1.056.644
2000	1.226.759
2001	1.581.495
2002	1.493.908
2003	2.956.142
2004	4.197.421
2005	3.843.838
2006	4.508.325
2007	6.138.295
2008	5.119.277
2009	6.626.486

[http://www.mgap.gub.uy/DGSSAA/DivAnalisisDiagnostico/DAYD\\_PROFIT\\_ESTADISTICA.htm](http://www.mgap.gub.uy/DGSSAA/DivAnalisisDiagnostico/DAYD_PROFIT_ESTADISTICA.htm)

#### Tendencias de los dos principales factores de intensificación del uso del suelo en Uruguay (en hectáreas)

	SOJA	FORESTACIÓN
1999	8.900	516.000
2000	12.000	569.000
2001	29.000	611.000
2002	79.000	625.000
2003	247.000	675.000
2004	278.000	750.000
2005	309.000	815.000
2006	366.000	890.000
2007	462.000	950.000
2008	645.000	s/d
2009	860.000	s/d

<http://www.mgap.gub.uy/SeriesHistoricas/hshistoricas.aspx>

<http://www.mgap.gub.uy/Forestal/DGF.htm>



## Cambio climático y **Agricultura**

¡Cambiar el sistema, no el clima!