

#### HUELLA DE CARBONO EN LAS EXPORTACIONES DE LA PROVINCIA DE BUENOS AIRES

Rosa R., Galbusera S, Lusarreta P, Bonda L, Gonzalez A, Eirin M, Manis E, Scatturice D,  
López Otegui G.

Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales UNLP<sup>54</sup>  
[rjr@agro.unlp.edu.ar](mailto:rjr@agro.unlp.edu.ar)

La Huella de Carbono representa las emisiones de Gases de Efecto Invernadero (GEIs) causadas directa e indirectamente por un individuo, organización, producto, etc., y expresadas en términos de dióxido de carbono equivalente (CO<sub>2</sub>eq). El objetivo del presente trabajo es el cálculo de la Huella de Carbono de productos exportables de la provincia de Buenos Aires seleccionados por su relevancia, de modo que permita asignar a cada uno de los mismos su equivalente en emisiones de GEIs según sus diversas etapas de producción, transformación y transporte, hasta su arribo a la aduana de destino. Se analizaron los productos y subproductos de soja, trigo, maíz y girasol, así como también los distintos cortes de las carnes bovinas. Como resultado del estudio se cuantificó el impacto en el valor de lo exportado por la provincia de Buenos Aires para el caso en que se aplicase una legislación que restrinja o limite las exportaciones provinciales. Se concluyó que, dada la matriz exportadora actual, el impacto en el valor del monto exportado por la provincia redundaría en un 15,2% del total. Adicionalmente, se observó una alta variabilidad, surgida principalmente de la metodología consignada en las Directrices del IPCC 2006.

#### INTRODUCCIÓN

La Provincia de Buenos Aires se caracteriza por poseer un peso económico-comercial determinante en el total nacional. De acuerdo con la Dirección Provincial de Estadística (DPE), el territorio bonaerense comprende el 8,2% de la superficie total del país. Paralelamente, concentra alrededor del 38% de la población y genera un promedio del 35,5% del Producto Bruto Nacional.

Las Manufacturas de Origen Industrial (MOI) constituyen el principal rubro de exportación provincial, con una participación que pasa del 46% al 50% en el período 2003-2008, en tanto el mismo rubro participa con un 31% en el total de exportaciones nacionales.

Por su parte, aún creciendo levemente (del 14,6% al 16,9% en el mismo período), la participación de las exportaciones primarias (sin Combustibles y Energía) en el total de exportaciones provinciales está muy por debajo de la media nacional (23%).

De manera similar, las Manufacturas de Origen Agropecuario (MOA), estabilizadas en torno al 21%-22% del total de exportaciones provinciales, tienen una participación significativamente inferior a la que se observa a nivel nacional (34%).

En tanto, en lo relativo a los principales destinos de las exportaciones de la Provincia, Brasil sigue siendo el máximo comprador, concentrando el 41,1% de las ventas externas provinciales. Lo siguen Chile (7,2%) y el consolidado mercado chino con el 4,9%.

Cabe consignar que, respecto a las emisiones totales de GEIs, la Argentina no es un país de relevancia. No obstante, si se tienen en cuenta sólo las emisiones correspondientes al sector agropecuario, el país es el sexto emisor de GEIs a nivel internacional.

En síntesis, al menos dos supuestos<sup>55</sup> fuertes proveen el marco de análisis para el desarrollo metodológico que sustenta al presente trabajo. Por un lado, la valoración del impacto de los gases de efecto invernadero en relación al cambio climático (y al ambiente) y los compromisos de mitigación actuales y futuros a ser asumidos por los países y, junto a ello, las medidas y restricciones comerciales que puedan surgir como consecuencia de las negociaciones hacia futuro en relación a la presente temática.

#### I. OBJETIVO DEL ESTUDIO

El objetivo del presente estudio es calcular la Huella de Carbono de los productos exportables por la provincia de Buenos Aires seleccionados por su relevancia, para determinar el impacto en el valor de la cartera

---

<sup>54</sup> Los integrantes del equipo de trabajo que ha tenido a su cargo la elaboración del presente documento desean agradecer la confianza depositada en la tarea por parte de las autoridades del Organismo Provincial para el Desarrollo Sostenible, en la persona de su Director Ejecutivo, Sr. José Manuel Molina; y a las autoridades de la Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales de la Universidad Nacional de La Plata, en la persona de su Decano, Ing. Ftal. Pablo Yapura y del Director del Departamento de Desarrollo Rural, Ing. Agr. Guillermo Hang.

<sup>55</sup> Estos supuestos no se discuten en el presente trabajo.

exportadora, simulada a partir de suponer medidas restrictivas en relación a las emisiones GEIs de dichos productos.

## II. METODOLOGÍA

### III.1. Definición del grupo de estudio

El cálculo de la Huella de Carbono se realizó por producto exportable, de modo que permita asignar a cada uno de los productos seleccionados su equivalente en GEIs según sus diversas etapas de producción, transformación y transporte, hasta llegar a la aduana de destino.

Para los productos agrícolas correspondientes a los cuatro cultivos principales (trigo, maíz, girasol y soja) se relevaron datos de 103 posiciones arancelarias, de las cuales 79 registraron exportaciones en el Sistema Informático MARIA (SIM) para el período 1/2/2000 al 31/8/2010. Del total de posiciones arancelarias activas relevadas, 22 concentran el 99% del valor FOB y el 97,8% de las cantidades exportadas a nivel nacional. De ellos, cinco son los principales productos de origen agrícola, que concentran el 87% del total, y han sido seleccionados como objeto de estudio de este trabajo. Surge entonces que los principales rubros exportados por la provincia corresponden a los granos de trigo, maíz y soja, junto a las MOA que se obtienen de la soja (aceite y subproductos).

Por su parte, el comercio mundial de carnes vacunas se ha caracterizado por estar dominado por las ventas de carnes crudas -sean estos cortes enfriados o congelados- y, en una menor proporción, por productos procesados o elaborados, entre los que se destacan las carnes enlatadas, cocidas, curadas, y el extracto y jugo de carnes. Respecto del complejo cárnico, la participación bonaerense en el total nacional de exportaciones osciló, en el período 2006-2009, entre un máximo del 69% (2008), y un mínimo del 51% (2007).

#### III.1.a. Productos agrícolas

Respecto del trigo, la Provincia contribuyó aproximadamente con el 66% de la producción nacional total en el período 2006-2008, por lo cual, según la metodología del INDEC, se debe considerar que podría contribuir con el mismo porcentaje en los saldos exportables. Sin embargo, los embarques desde puertos provinciales representan el 46% del total nacional exportado en valor, y el 47,9% en cantidad. Por lo tanto, para el presente trabajo se infieren estos últimos valores como correspondientes a la provincia.

Para el caso del maíz, la situación es similar a la del trigo, ya que se exporta por puertos de la Provincia de Buenos Aires el 20% del valor y el 19,8% de la cantidad total nacional, correspondiéndole a la Provincia una contribución del 30% en la producción nacional total para el período 2006-2008.

En cuanto a la soja, la situación resulta ser diferente. A la Provincia le correspondió el 25% de la producción total del país en el período de referencia, mientras que se exporta por los puertos bonaerenses el 49% del total nacional. En consecuencia, para la valoración de las exportaciones de soja realizadas por la provincia, sólo pueden considerarse como originarias de su territorio aproximadamente el 25% de los montos y cantidades totales exportadas.

En este punto, es conveniente realizar una mención acerca de la importancia relativa de los puertos bonaerenses en cuanto a los embarques de granos de soja. El puerto de Bahía Blanca posee una importante ventaja comparativa derivada de los 45 pies de calado de su canal de acceso. Ello lo ha posicionado como un puerto de gran importancia para la exportación de porotos de soja, pues pasó de embarcar 1 millón de Tn. en 2003 a despachar 3,33 millones de Tn. en 2007, con un incremento del 232%. Asimismo, su participación en el total de exportaciones en el rubro creció desde el 11,31% en 2003 al 27,66% en 2007. En este último año se despachó por este puerto el 7% de la producción nacional de la oleaginosa. Finalmente, para el año 2009, a pesar de la caída en el tonelaje despachado debido a menor producción por la falta de lluvias, la participación de este puerto en el total de exportaciones de soja se ubicó en el 30,85%. Por lo tanto, el puerto de Bahía Blanca, a pesar de enfrentar la desventaja de situarse distante del centro núcleo-sojero del país, puede considerarse como consolidado y líder en materia de exportaciones de soja entre los puertos provinciales.

Por su parte, el puerto de Necochea también ha reportado incrementos significativos en las exportaciones de soja. En 2003 se embarcaron 260 mil Tn., en tanto que en 2008 se superó el millón de Tn., lo que implica un incremento del 314%. Como consecuencia de ello, su participación en el total de exportaciones de soja pasó del 2,94% al 9,12%.

Dicho lo anterior, para la definitiva selección del grupo de estudio resta realizar un análisis de la importancia relativa en cuanto a los destinos, teniendo en cuenta las posibles restricciones comerciales referidas a la Huella de Carbono. Así, habiéndose identificado a priori a la Unión Europea (UE) como la región potencialmente más restrictiva para los productos mencionados en relación a los objetivos del presente estudio, se realizó un análisis de los componentes de exportaciones de granos y MOA derivadas. Finalmente, aplicando

### III CONGRESO INTERNACIONAL SOBRE CAMBIO CLIMATICO Y DESARROLLO SUSTENTABLE

los criterios anteriormente mencionados en este informe, se determinaron los productos a analizar en este trabajo.

En la elección de los productos ya mencionados se consideró el alto grado de importancia que los mismos tienen para las exportaciones totales de la Provincia, aunado al fuerte peso relativo respecto al total exportado a la UE. Como excepciones se incluyeron dos productos de menor importancia a nivel provincial, pero relativamente relevantes en cuanto a la UE como destino. Esos dos productos corresponden a semillas de girasol descascarado y aceite de girasol refinado, a granel.

Al considerar el total provincial de productos agrícolas exportados al mundo, los productos seleccionados corresponden al 97,5% del monto y el 99,2% de las cantidades en el período de referencia, mientras que si observamos sólo las exportaciones con destino a la UE, estos productos totalizan el 98,4% y el 99,4% para montos y cantidades respectivamente.

Más adelante en el presente trabajo, se integran los productos seleccionados agrupados según el concepto de Complejos Productivos. Esta perspectiva de análisis posibilita estudiar la vinculación entre las exportaciones y la estructura productiva. Dicha relación no se desprende directamente de las presentaciones habituales, debido a que los componentes de una misma cadena productiva se encuentran dispersos en diversas aperturas de las clasificaciones utilizadas tradicionalmente, por ejemplo el Sistema Armonizado (SA).

La justificación de adoptar el abordaje metodológico de complejos productivos, según lo define el Instituto Nacional de Estadísticas y Censos (INDEC), "...se encuentra en que la casi totalidad de las posiciones arancelarias que son representativas en el total de exportaciones no lo son por sí mismas, sino que su importancia se evidencia cuando se las articula entre sí a partir del marco conceptual que brindan los eslabonamientos productivos".

Siempre de acuerdo a lo establecido por el INDEC, para la demarcación de los complejos se han utilizado dos criterios metodológicos: en primer lugar, y como criterio general, se ha hecho uso del concepto de "cadena productiva" o "relaciones de insumo-producto", a través del cual en un mismo complejo exportador se incluyen aquellas posiciones arancelarias cuyos productos forman parte de la misma cadena productiva. Los complejos oleaginosos y cerealeros son, entre otros, casos que se engloban dentro de esta definición. El segundo criterio está relacionado con la descomposición de una etapa productiva en diversos procesos que confluyen, todos ellos, en un producto genérico, originando de este modo una asociación de actividades en las que predominan articulaciones de subcontratación. De esta manera, los complejos exportadores así conformados engloban al subconjunto de actividades que están dentro de los complejos productivos, y cuyas posiciones arancelarias registraron exportaciones de significación.

#### III.1.b. Productos cárnicos. Carne bovina

Durante la última década, la Argentina ha presentado un comportamiento algo errático en cuanto a la producción y exportación de carne vacuna. La producción, luego de años de estancamiento, creció entre el 2004 y 2006 como consecuencia de mejoras en la productividad e inversiones, y mantuvo dicho ritmo en los años siguientes, pero esta vez producto de una fuerte liquidación de stocks.

En cuanto a las exportaciones a la UE, se observan incrementos desde 2006 a 2008, con un descenso en 2009. La particularidad de este destino es que las exportaciones son significativas en valor (entre el 38% y el 57%), pero no lo son en cantidad (entre el 20% y el 29%). Esta situación es producto de la mayor incidencia en el valor de los cortes enfriados -dentro de los cuales se incluyen los correspondientes a la Cuota Hilton- junto a otros cortes obtenidos de animales de mejor terminación.

Además de la UE, Rusia es un importante comprador de carne argentina, en especial de los cortes congelados, correspondiéndole valores superiores al 55% de los montos exportados en este rubro durante el período 2006-2009. Dos países sudamericanos, Bolivia y Venezuela, también resultan importantes en la demanda de estos productos congelados, con un 10% de los montos exportados. Respecto a las carnes procesadas, Hong Kong ha sido el destino principal durante el período analizado (45% del total), seguido por la UE (29%), Estados Unidos (12%) y otro 11% con destino a Chile, Colombia, Perú y Ecuador. Finalmente, en cuanto a las aduanas de salida de los productos de carne bovina, el puerto de Buenos Aires es el que aglutina la gran mayoría de los embarques, concentrando más del 75% de los despachos.

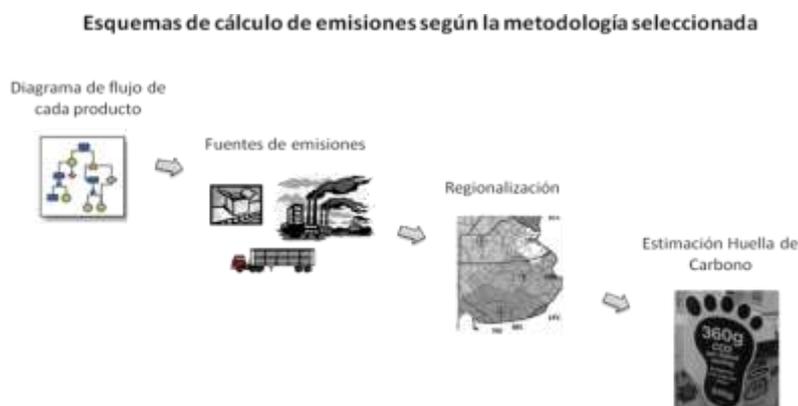
#### III.2. Metodología para la determinación de las emisiones de GEIs

Para la determinación y cálculo de las emisiones, se siguió el siguiente esquema:

- a. Determinación de los diagramas de procesos de cada producto a analizar.
- b. Identificación de las fuentes de emisión de cada proceso de los productos bajo análisis. Determinación del esquema de cálculo para cada fuente de emisión y de la información necesaria para poder realizar la estimación de emisiones.

### III CONGRESO INTERNACIONAL SOBRE CAMBIO CLIMATICO Y DESARROLLO SUSTENTABLE

- c. Regionalización de los sistemas productivos de acuerdo a las necesidades de información y la variación entre zonas de producción.
- d. Estimación de la Huella de Carbono (emisiones de GEIs) de la cadena productiva para cada producto y regionalización realizada.

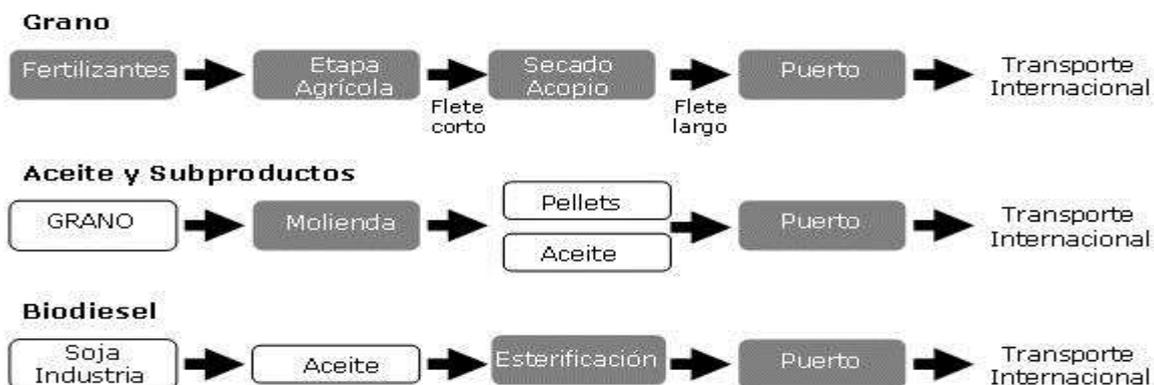


#### III.2.a. Diagramas de procesos de los productos analizados:

A los efectos ilustrativos, se detallan a continuación, los esquemas de los productos analizados con mayor complejidad:

- 1.- Cadena de la Soja (Grano/Harina/Aceite/Biodiesel)
- 2.- Carne para exportación

##### III.2.a.1. Diagrama de flujo del complejo Soja:



En el caso de la cadena de la soja, la misma ha sido analizada en su totalidad, incluyendo la producción de Grano, Aceite, Pellet y Biodiesel. Para el caso de este último, se incluye en el análisis a las emisiones debidas a la producción del Metanol, y por otra parte no se contemplan en las emisiones por la combustión del biodiesel.

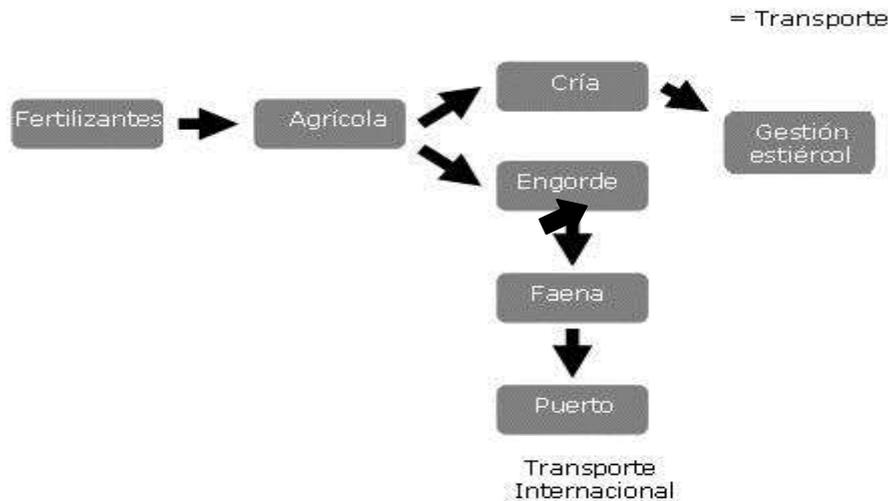
En cuanto a la industrialización de la soja, se han calculado las emisiones correspondientes al proceso de *crushing* y luego se han apropiado las emisiones, utilizándose la opción por precios de mercado. Los precios de referencia utilizados corresponden a al mes de Septiembre de 2010 de la Cámara de la Industria Aceitera de la República Argentina (CIARA).

En todos los casos (Aceite/Harina/Biodiesel) no se considera el flete a puerto, ya que se tomó como hipótesis de trabajo que la soja se industrializa en las terminales portuarias.

En referencia al secado, se hizo la distinción entre la soja grano, habitualmente secada en acopios (Gas-Oil/GLP/Gas Natural), de la soja industria, que se seca en las mismas instalaciones de proceso (con Gas Natural y cáscara de Girasol).

El resto de los granos o derivados de los restantes productos agropecuarios incluidos en el presente estudio (Maíz/Girasol/Trigo), responden a un diagrama similar al expuesto para el caso de la Soja.

III.2.a.2. Diagrama de flujo del complejo Cárnico (para exportación)



En el caso de la Carne para exportación, debido a que la misma se realiza a campo, el cálculo de las emisiones se estimó por unidad de superficie, teniendo en cuenta la carga animal (“equivalente vaca”), y un rodeo promedio. Asimismo, y de modo similar al planteo del módulo agrícola, se incluyeron las emisiones asociadas a la gestión de las pasturas. Adicionalmente, se asumió el supuesto de que el engorde (invernada) se realiza en un establecimiento distinto a aquel en que se realiza la actividad de cría, considerándose el flete entre ambos establecimientos. Finalmente se estimó un rendimiento promedio de faena, y se utilizaron valores de uso de agua y energía promedio de la actividad.

III.2.b. Fuentes de emisión

III.2.b.1. Elección de la metodología a utilizar

Para el cálculo, se utilizaron como guía las “Directrices del Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (IPCC por sus siglas en inglés) para los Inventarios Nacionales de Gases de Efecto Invernadero”, del año 2006. El motivo de la utilización de las mencionadas directrices es que éstas brindan la orientación de buenas prácticas y metodologías acordadas internacionalmente, permitiendo a cada país estimar sus inventarios de GEIs e informar acerca de los resultados obtenidos a la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre Cambio Climático (CMNUCC). Luego, la utilización de estas directrices permite llevar a cabo el análisis con la misma herramienta metodológica que se utilizaría para el cálculo de las emisiones de GEIs de la República Argentina, posibilitando además el análisis comparativo con sistemas productivos usados en otros países.

Sin embargo, debido a que las directrices del IPCC no están concebidas específicamente para productos, es necesario complementarla con otras guías metodológicas.

Por ello, la Junta Ejecutiva del Mecanismo para un Desarrollo Limpio (MDL), que es un organismo que funciona también dentro de la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre Cambio Climático, y en el marco del Protocolo de Kyoto, ha aprobado una serie de lineamientos (metodologías) para la estimación de las reducciones de emisiones de GEIs, a fin de obtener las Reducciones Certificadas de Emisiones. Para complementar el vacío metodológico de las guías del IPCC se han utilizado en el presente estudio dos lineamientos elaborados por este organismo:

- “Guidelines on apportioning emissions from production processes between main product and co- and by-products” Versión 01, la cual fue elaborada con el objetivo de proveer un criterio de asignación de emisiones para proyectos MDL en los que se utilice bioenergía.

- “Approved consolidated baseline and monitoring methodology ACM0017- Production of biodiesel for use as fuel” - Versión 01.1, la cual fue desarrollada para la estimación de las reducciones de emisiones logradas mediante la producción de biodiesel.

Paralelamente a estas metodologías, desde el sector público, y en mayor medida desde el sector privado, han surgido un gran número de propuestas para la cuantificación de la Huella de Carbono de productos.

No obstante ello, y analizando las metodologías más relevantes en base a criterios tales como su reconocimiento internacional y la influencia internacional por parte del país impulsor, entre otras, se ha observado

### III CONGRESO INTERNACIONAL SOBRE CAMBIO CLIMATICO Y DESARROLLO SUSTENTABLE

que la gran mayoría de las mismas están basadas en el modelo del IPCC, y que las diferencias más importantes radican en la definición de los límites, alcance y caracterización de algunas de las fuentes de emisiones.

A modo de ejemplo, la norma PAS 2050, desarrollada en Gran Bretaña, menciona en su categoría "Normativa de referencia" que la Guía del IPCC de 2006 "...es un documento indispensable para realizar su aplicación".

Más generalmente, las metodologías de mayor relevancia (PAS 2050, Normas ISO, Protocolo de Gases de Efecto Invernadero y el Método Bilan Carbone) utilizan los potenciales de calentamiento global (GWP) definidos en el IPCC para realizar la conversión de las emisiones de otros gases a su equivalente en dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>eq). Una situación similar se da en relación a la estimación de emisiones de óxido nitroso (N<sub>2</sub>O), para cuyo cálculo el IPCC posee sus propias directivas.

#### III.2.b.2. Fuentes de emisiones consideradas

Para simplificar el análisis de los procesos productivos, estos han sido divididos en Etapa Agrícola, Acopio y Secado, Industria y, en el caso de ganadería, la etapa Producción, subdivida en Cría y Engorde. Para todos los casos el análisis incluyó el transporte a puerto.

Las fuentes de emisión incluidas en el estudio son:

Etapa Agrícola:

- Nitrógeno (N) de residuos agrícolas (incluyendo cultivos fijadores de N y renovación de forraje/pasturas) devuelto a los suelos.
- N aplicado a los suelos en forma de fertilizante sintético.
- Combustibles fósiles
- CO<sub>2</sub> provenientes de la fertilización con Urea.
- Fuentes de emisión directas e indirectas de N<sub>2</sub>O.
- Emisiones asociadas al ciclo de vida (fabricación) de los fertilizantes y de los combustibles fósiles utilizados.

Producción Ganadera

- Emisiones de metano (CH<sub>4</sub>) por fermentación entérica.
- Emisiones de (CH<sub>4</sub>) por estiércol en pasturas.
- Emisiones Directas de N<sub>2</sub>O de suelos gestionados.
- N<sub>2</sub>O producido por deposición atmosférica de N volatilizado de suelos gestionados.
- Emisiones de N<sub>2</sub>O por lixiviación/escorrimento de N de suelos gestionados.
- Emisiones por gestión de pasturas/suplementación (utilizando las mismas fuentes de emisión que en la etapa agrícola).

Acopio y Secado

- Combustibles fósiles
- Energía Eléctrica
- Emisiones asociadas al ciclo de vida (fabricación) de los combustibles fósiles utilizados.

Industria

- Combustibles fósiles.
- Energía Eléctrica.
- Efluentes.
- Emisiones asociadas al ciclo de vida (fabricación) de los combustibles fósiles utilizados y de los insumos (metanol).

Transportes

- Combustibles fósiles
- Emisiones asociadas al ciclo de vida (fabricación) de los combustibles fósiles utilizados.

#### III.2.c. Descripción de los Modelos de Producción Agrícola (Regionalización)

Para la definición de las regiones productivas agrícolas se han utilizado distintos esquemas para cada uno de los cultivos seleccionados, por tratarse del análisis de un grupo de productos exportables.

### III CONGRESO INTERNACIONAL SOBRE CAMBIO CLIMATICO Y DESARROLLO SUSTENTABLE

Así, a cada producto exportable de la Provincia de Buenos Aires le corresponde una modalidad de producción primaria, tanto en el marco de las distintas regiones o subregiones productivas como en relación a las condiciones que las delimitan.

Por extensión, las características de la producción primaria responden a las particulares de cada cultivo, y las de cada cultivo a la subregión donde se genere el producto. Existe entonces una reciprocidad entre las variables que definen tanto a la región productiva como a la dinámica de producción del cultivo en cuestión.

Para la definición de las subregiones se tomaron las regionalizaciones más difundidas y aplicadas, determinadas principalmente por el Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA) y la ex Secretaría de Agricultura, Ganadería y Pesca de la Nación (hoy Ministerio de Agricultura de la Nación) para la Región Pampeana.

Para el análisis de las distintas subregiones por cultivo se asume como escala la división política provincial (Partido), por constituirse en un nivel adecuado para las determinaciones objeto del presente trabajo.

Los modelos de producción se establecen a partir del dimensionamiento de las prácticas culturales y los parámetros que se asumen como relevantes para el cálculo y determinación de los GEIs según la metodología propuesta. Las prácticas culturales se determinan para cada cultivo y para cada subregión considerando aquellas que se vinculan en forma directa con la obtención del producto: preparación del suelo, siembra, fertilización, protección del cultivo y cosecha.

En la Provincia de Buenos Aires, los modelos de Producción presentan una importante diversidad, aún dentro de un mismo Partido. Sin embargo, es posible establecer modelos medios o representativos por subregión a partir de la consideración de las principales prácticas culturales. A los efectos de establecer las labores se confeccionan los modelos de producción por Subregión, sobre la base a lo informado por el Ministerio de Agricultura de la Nación (Sistema de Información Integral Agropecuaria), por el Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (Instituto de Ingeniería Rural y Agencias de Extensión) y por publicaciones técnicas no oficiales del sector agropecuario.

Los sistemas de labranza que se han considerado para la elaboración de los modelos son los más difundidos en la Provincia de Buenos Aires, según las fuentes de información consultadas. En este sentido se establecen dos sistemas básicos: Labranza Convencional (LC) y Siembra Directa (SD).

Labranza Convencional: son aquellos sistemas en los que se produce remoción del suelo previa a la siembra. Dentro de este concepto se encuentra un número importante de variantes, que van desde los sistemas con inversión total del pan de tierra, hasta los sistemas que dejan proporciones crecientes de residuos de cosecha en superficie. A los fines del presente estudio se asume como sistemas de LC sólo a aquellos que utilizan implementos de disco o labranza vertical previa a la siembra, desestimándose los sistemas con participación de arado de reja y vertedera, por considerarlo de escasa difusión para los cultivos seleccionados para la Provincia de Buenos Aires. Cabe aclarar que los sistemas que utilizan implementos de disco y de labranza vertical son clasificados en algunas publicaciones como "Sistemas de Labranza Mínima o Reducida", a fin de diferenciarlos de los Sistemas de Labranza Convencional, que utilizan arado de reja y vertedera.

Siembra Directa: son aquellos sistemas de labranza sin remoción del suelo que utilizan barbecho químico para control de malezas previo a la siembra. Este sistema ha tenido una amplia difusión en la región Pampeana y en la Provincia de Buenos Aires. Sin embargo, su proporcionalidad actual respecto a los distintos cultivos considerados no ha sido estudiada desde el Censo Nacional Agropecuario 2002 (INDEC), y las distintas publicaciones al respecto estiman la superficie sembrada bajo este sistema a partir de proyecciones a escala Regional o Provincial.

El dimensionamiento de las labores de los distintos sistemas de producción permite ingresar al modelo de cálculo de GEIs los datos de consumo de combustible por hectárea sembrada, expresado en Lts/Ha de gas-oil o Lts/Ha de nafta/gasolina. Para el cálculo del combustible comprometido en la producción primaria se asumen como válidos los informados como consumos medios para las distintas labores por organismos oficiales y publicaciones técnicas no oficiales del sector agropecuario.

El otro ítem de importancia es la aplicación de fertilización, que presenta variaciones en cuanto a tipo de fertilizante, dosis de aplicación y momento de aplicación para cada cultivo. Los relevamientos realizados por la Dirección de Agricultura del Ministerio de Agricultura de la Nación permiten estimar las proporciones en que se utilizan los principales fertilizantes, las dosis medias aplicadas y el momento de fertilización en términos de número de aplicaciones realizadas. Para la elaboración de los modelos de los sistemas de producción utilizados se han considerado los principales parámetros según su difusión para las distintas Subregiones y para cada cultivo. No obstante, estos modelos pueden presentar variaciones de escasa representación a nivel de Subregión (y aún de Partido) de la Provincia de Buenos Aires.

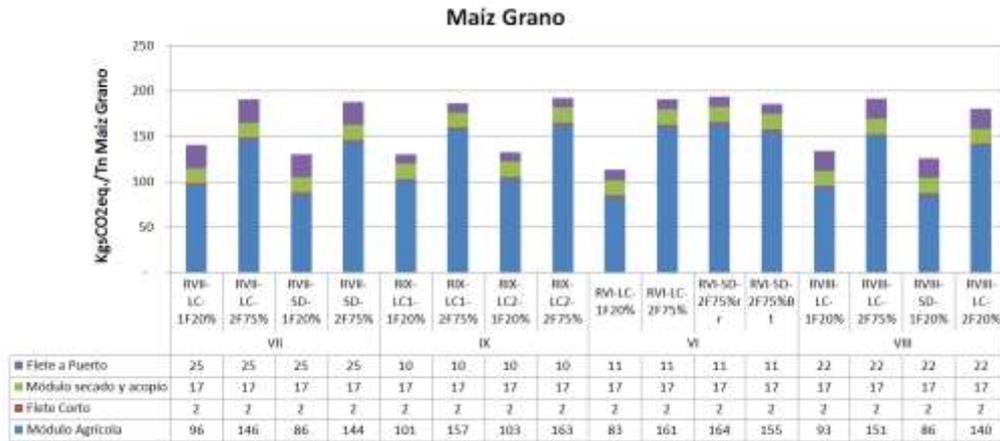
III.2.d. Estimación de la Huella de Carbono. Resultados y discusiones

A continuación se presentan los resultados para cada complejo productivo.

III.2.d.1. Agricultura

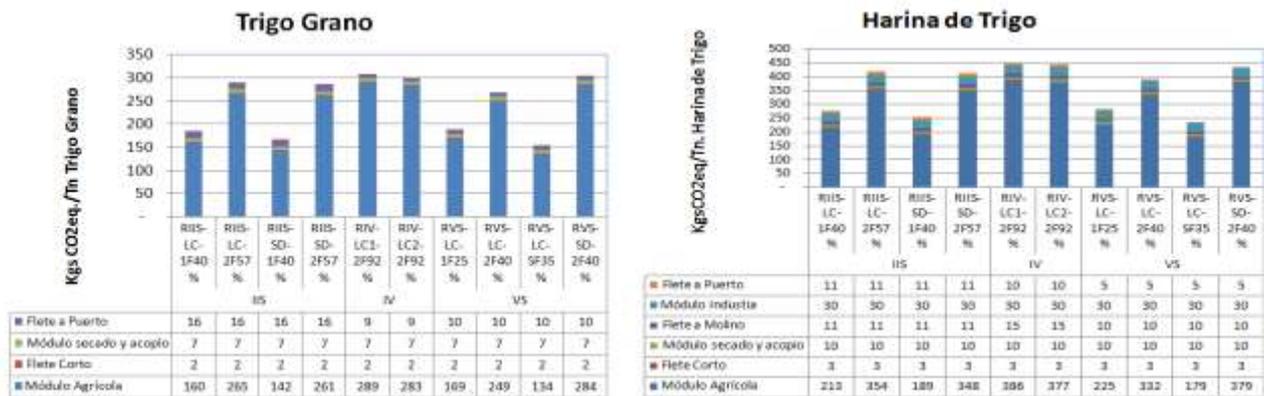
III.2.d.1.a. Maíz

En el gráfico siguiente, se pueden observar las marcadas variaciones entre los sistemas productivos, debidas fundamentalmente a los diferencias de rendimiento y de los planteos de fertilización.



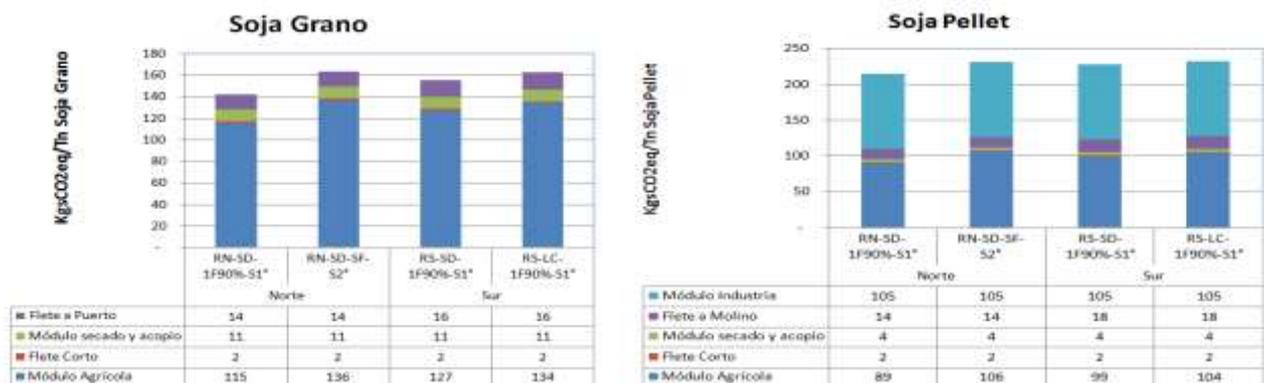
III.2.d.1.b. Trigo y Derivados

En los productos que se presentan a continuación, puede apreciarse la relevancia de las emisiones asociadas a la producción agrícola, así como también el traslado de la alta variación de los valores de las emisiones de la etapa al producto final.

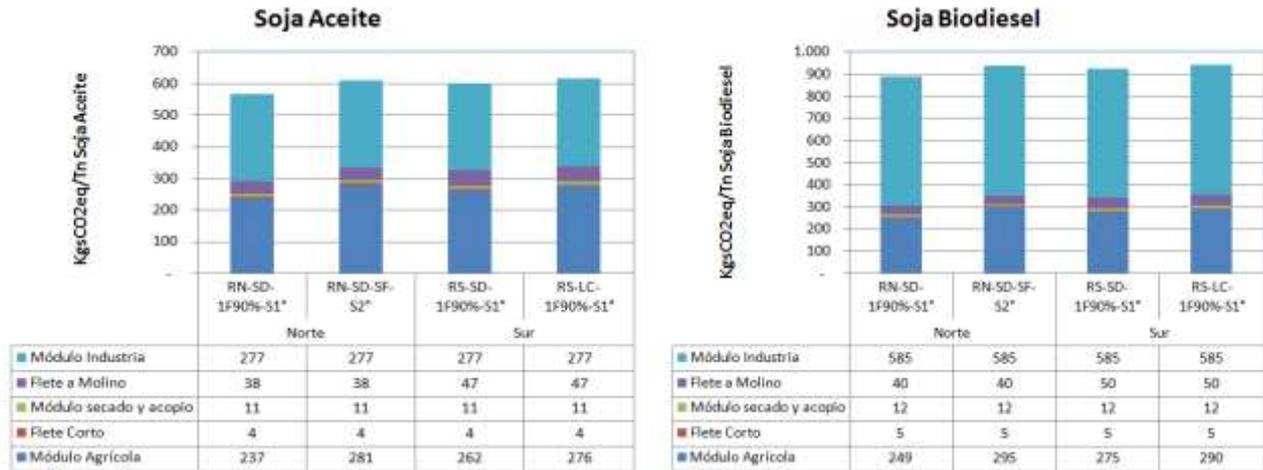


III.2.d.1.c. Complejo Soja

Para el caso del complejo sojero, puede apreciarse que la etapa de industrialización tiene prácticamente la misma importancia que la etapa agrícola.



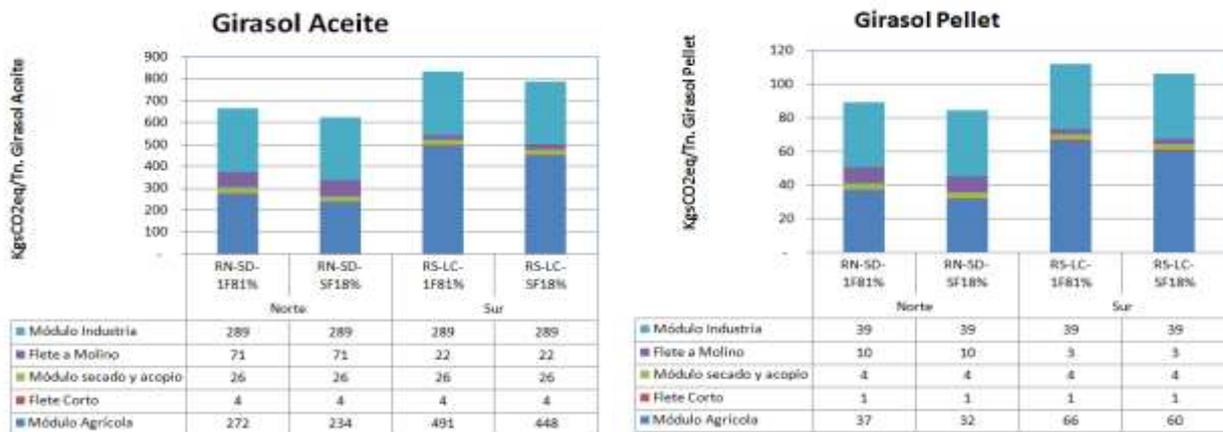
### III CONGRESO INTERNACIONAL SOBRE CAMBIO CLIMATICO Y DESARROLLO SUSTENTABLE



En el caso del biodiesel, la etapa industrial posee mayor preponderancia que la agrícola, debido fundamentalmente a la producción de metanol (del orden de los 200 kg. CO<sub>2</sub>eq/Tn de biodiesel).

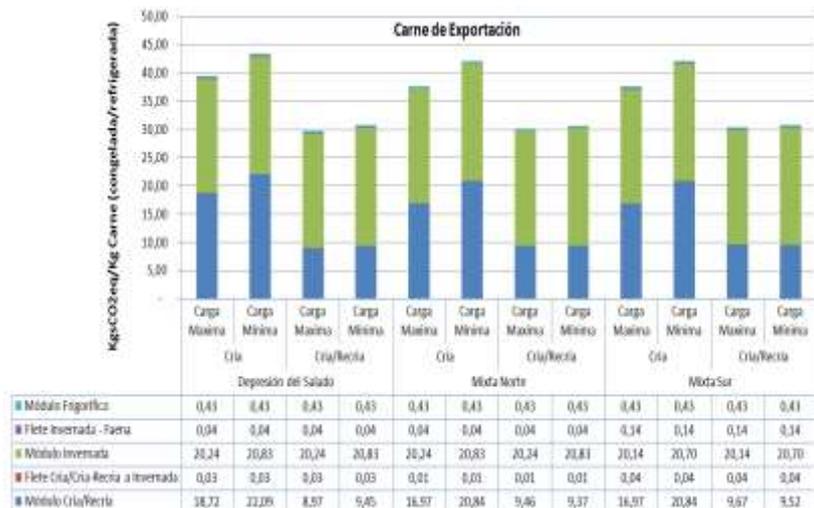
#### III.2.d.1.d. Derivados de Girasol

Para el Girasol, en ambos casos se observa una fuerte diferenciación entre regiones productivas, dada básicamente por el sistema de laboreo, obteniéndose valores de aproximadamente el doble que los observados en el Módulo Agrícola. Nuevamente se observa que el Módulo "Industria" tiene relevancia similar como fuente de emisiones.



#### III.2.d.2. Complejo Cárnico

En todos los casos se observan valores mayores en los sistemas de Cría por kilogramo producido. Se sigue entonces que los sistemas de Cría/Recría son más eficientes (desde el punto de vista de las emisiones) por kilo de carne producida. Por otra parte, tanto los fletes como la faena no tienen relevancia sobre el total de emisiones. También se observa que la etapa con mayor preponderancia es la de Invernada, la cual contribuye con un 49% a un 67% del total de emisiones



III.2.d.3. Análisis de Sensibilidad

Tanto para el modelo agrícola como para el ganadero, uno de las principales fuentes de emisión se debe a las emisiones de N<sub>2</sub>O. Estas provienen principalmente de dos fuentes, “Residuos de la Cosecha” y “Fertilización”; y en el caso del modelo ganadero de la deposición en pasturas. En el caso de los residuos de cosecha, para la estimación de los mismos se utilizó el modelo planteado en el Capítulo 11 del Volumen 4 de las guías del IPCC.

Se observa que los factores por defecto utilizados para estimar las emisiones de N<sub>2</sub>O provenientes de todas las fuentes (Residuos de Cosecha, Fertilización y Estiércol en Pasturas) poseen una alta incertidumbre. Para el cálculo de las emisiones asociadas a la producción de fertilizantes, se utilizaron valores promedio para Europa, al no disponerse de información referida a factores de origen local.

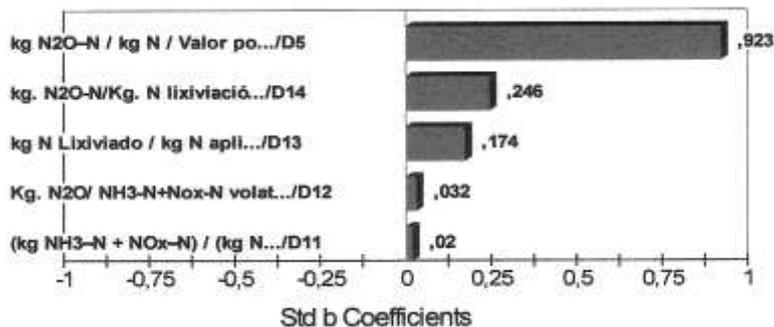
En todos los modelos de cálculo se optó por no considerar el balance de carbono y nitrógeno en suelos. Esto se debió a la falta de información y a la alta incertidumbre del modelo planteado por las guías del IPCC del año 2006.

Por el contrario, sí fueron modelados como ejercicio conceptual los parámetros específicos de los factores de emisión utilizados en el cálculo de estimación de la huella de carbono de los productos seleccionados.

En la totalidad de los cultivos y regiones, el factor EF1 (aportes de N de fertilizantes minerales, abonos orgánicos y residuos agrícolas, entre otros) es el de mayor relevancia en la determinación del resultado, con un amplio margen sobre el resto.

En orden de importancia en cuanto a su influencia en la determinación del resultado le siguen el factor EF5 (factor de lixiviación y escurrimiento), y luego el factor Frac Lixiviación-H (fracción de pérdidas de N por lixiviación y escurrimiento), aunque ambos con una incidencia menor.

Para los factores de emisión restantes, y en relación a su forma de modelación en el presente trabajo, se observa que su influencia es mínima sobre la determinación del resultado.



A modo de conclusión para esta sección, puede decirse -a partir del análisis de sensibilidad realizado- que existe una alta variabilidad en el cálculo de las emisiones de GEIs. Esto representa un grave problema ante la potencial necesidad de certificar Huella de Carbono por parte del productor/firma, ya que se estaría calculando un indicador que puede determinar un cambio en la relación de fuerzas en el mercado, pero con una alta incertidumbre, que es a su vez inherente a la propia metodología consignada en las Directrices del IPCC 2006.

III. DETERMINACIÓN IMPACTOS ECONÓMICOS ACTUALES Y POTENCIALES

Comparación con otros países

Se estimaron las emisiones de GEIs de los sistemas productivos de Brasil y EE.UU. para Maíz y Grano Soja puesto en el puerto de Rotterdam.

En el caso de los fletes terrestres, se consideró que la intensidad de emisiones por Km recorrido en EE.UU. corresponde a un 50% de las emisiones por camión, y en caso del flete marítimo se asumió que se realiza con los barcos de mayor porte.

A continuación se pueden observar los valores para cada cultivo de los sistemas productivos de Brasil y EE.UU. y las emisiones de los sistemas de producción Máximo y Mínimo de la Provincia de Buenos Aires.

Para el caso del maíz para grano se observa lo siguiente en función de los resultados obtenidos.

### III CONGRESO INTERNACIONAL SOBRE CAMBIO CLIMATICO Y DESARROLLO SUSTENTABLE

Región Productiva			Argentina RVI	Argentina RVI	Brasil	EEUU
Sistema Productivo			RVI-LC-1F20%	RVI-SD-2F75%rr	Paraná	-
<b>Rendimiento Cultivo</b>	Kgs. / Hectárea		7.500	7.250	7.000	9.000
<b>Módulo Agrícola</b>	<b>Residuos</b>	Kg CO2eq / Tn	52	52	52	51
	<b>Fertilización</b>	Kg CO2eq / Tn	9	84	200	128
	<b>Combustibles</b>	Kg CO2eq / Tn	17	11	15	18
	<b>Producción de Fertilizantes</b>	Kg CO2eq / Tn	4	16	37	68
	<b>Producción de Combustibles</b>	Kg CO2eq / Tn	2	1	1	2
	<b>Total Módulo Agrícola</b>	Kg CO2eq / Tn	83	164	305	267
<b>Flete Corto</b>	<b>Km Promedio a Recorrer</b>	Km	30	30	47	30
	<b>Combustibles (Incluye Producción)</b>	Kg CO2eq / Tn	2	2	3	2
<b>Acopio y Secado</b>	<b>Combustibles</b>	Kg CO2eq / Tn	15	15	10	10
	<b>Energía Eléctrica</b>	Kg CO2eq / Tn	0	0	0	0
	<b>Producción de Combustibles</b>	Kg CO2eq / Tn	1	1	1	1
	<b>Total</b>	Kg CO2eq / Tn	17	17	11	11
<b>Flete a Puerto</b>	<b>Km Promedio a Recorrer</b>	Km	158	158	600	586
	<b>Combustibles (Incluye Producción)</b>	Kg CO2eq / Tn	11	11	42	21
<b>Flete Marítimo</b>	<b>Km Promedio a Recorrer</b>	Km	11.737	11.737	9.135	6.601
	<b>Combustibles (Incluye Producción)</b>	Kg CO2eq / Tn	29	29	13	9
<b>Resumen Emisiones</b>	<b>Módulo Agrícola</b>	Kg CO2eq / Tn	83	164	305	267
	<b>Flete Corto</b>	Kg CO2eq / Tn	2	2	3	2
	<b>Módulo secado y acopio</b>	Kg CO2eq / Tn	17	17	11	11
	<b>Flete a Puerto Origen</b>	Kg CO2eq / Tn	11	11	42	21
	<b>Flete a Puerto Destino</b>	Kg CO2eq / Tn	29	29	13	9
	<b>Total</b>	Kg CO2eq / Tn	142	222	375	310

Fuente: elaboración propia.

Para el caso de la soja los resultados de la comparación son los siguientes:

Región Productiva			Norte	Norte	Brasil	EEUU
Sistema Productivo			RN-SD-1F90%-S1°	RN-SD-SF-S2°	Mato Grosso	-
<b>Rendimiento Cultivo</b>	Kgs. / Hectárea		3.400	1.800	3.000	3.200
<b>Módulo Agrícola</b>	<b>Residuos</b>	Kg CO2eq / Tn	79	99	82	80
	<b>Fertilización</b>	Kg CO2eq / Tn	8	-	219	33
	<b>Combustibles</b>	Kg CO2eq / Tn	22	34	34	23
	<b>Producción de Fertilizantes</b>	Kg CO2eq / Tn	4	-	41	15
	<b>Producción de Combustibles</b>	Kg CO2eq / Tn	2	3	3	2
	<b>Total Módulo Agrícola</b>	Kg CO2eq / Tn	115	136	380	154
<b>Flete Corto</b>	<b>Km Promedio a Recorrer</b>	Km	30	30	47	30
	<b>Combustibles (Incluye Producción)</b>	Kg CO2eq / Tn	2	2	3	2
<b>Acopio y Secado</b>	<b>Combustibles</b>	Kg CO2eq / Tn	10	10	10	10
	<b>Energía Eléctrica</b>	Kg CO2eq / Tn	0	0	0	0
	<b>Producción de Combustibles</b>	Kg CO2eq / Tn	1	1	1	1
	<b>Total</b>	Kg CO2eq / Tn	11	11	11	11
<b>Flete a Puerto</b>	<b>Km Promedio a Recorrer</b>	Km	204	204	1300	555
	<b>Combustibles (Incluye Producción)</b>	Kg CO2eq / Tn	14	14	92	20
<b>Flete Marítimo</b>	<b>Km Promedio a Recorrer</b>	Km	11.737	11.737	9.135	6.601
	<b>Combustibles (Incluye Producción)</b>	Kg CO2eq / Tn	29	29	13	9
<b>Resumen Emisiones</b>	<b>Módulo Agrícola</b>	Kg CO2eq / Tn	115	136	380	154
	<b>Flete Corto</b>	Kg CO2eq / Tn	2	2	3	2
	<b>Módulo secado y acopio</b>	Kg CO2eq / Tn	11	11	11	11
	<b>Flete a Puerto Origen</b>	Kg CO2eq / Tn	14	14	92	20
	<b>Flete a Puerto Destino</b>	Kg CO2eq / Tn	29	29	13	9
	<b>Total</b>	Kg CO2eq / Tn	171	193	499	195

Fuente: elaboración propia.

En ambos casos se puede apreciar que las emisiones de los sistemas productivos de la Provincia de Buenos Aires son inferiores a los de los sistemas de Brasil y EE.UU., lo cual se da fundamentalmente debido a la mayor cantidad de fertilización realizada en los sistemas productivos de estos países. En particular, en el caso de Brasil se debe realizar un encalado, práctica que genera una significativa cantidad de emisiones de CO2eq/Tn.

El objeto de esta comparación sirve para disponer de una referencia de los valores obtenidos y, aunque dichos resultados no permiten evaluar cual sería la posición relativa de la provincia de Buenos Aires en rela-

### III CONGRESO INTERNACIONAL SOBRE CAMBIO CLIMATICO Y DESARROLLO SUSTENTABLE

ción a las emisiones GEIs, proporciona una idea al comparar productos provenientes de diferentes regiones bajo una misma metodología de cálculo.

#### Determinación del impacto

Las tendencias actuales apuntan por un lado a la necesidad de proteger el medioambiente y la salud a través de reglamentos y estándares privados y públicos y por otro a promover el comercio mediante la reducción arancelaria y eliminación de restricciones.

La huella de carbono se ha transformado en un indicador que comienza a reconocerse internacionalmente para comprender las consecuencias adversas del cambio climático. No obstante la complejidad de las diferentes metodologías utilizadas, así como la generalización de los indicadores que se aplican, permiten inferir el grado de complejidad involucrado en la concreción de un acuerdo multilateral para su reconocimiento legal.

Sin embargo, es desde el sector privado principalmente donde la mayoría de la información sobre huella de carbono es utilizada para el posicionamiento de marcas impulsando el etiquetado de productos.

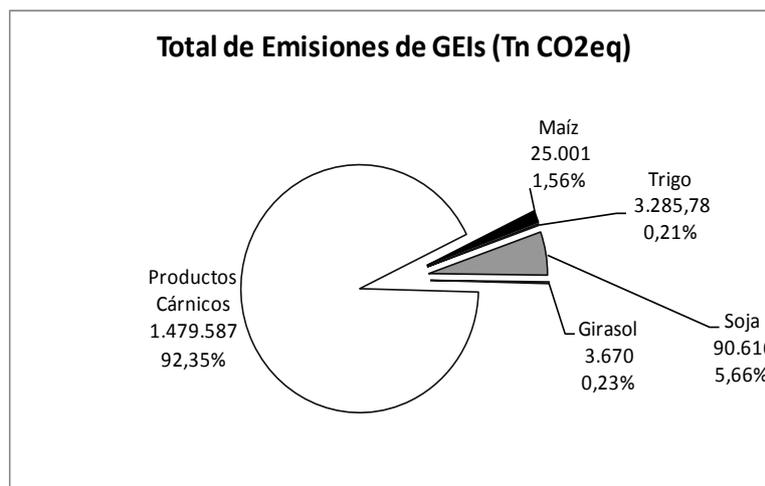
La preocupación central es si las políticas de la huella de carbono pueden tener implicancias comerciales proteccionistas ya que se advierte su alcance en el comercio de bienes y servicios, especialmente de aquellos transados internacionalmente.

Las iniciativas comerciales unilaterales de países desarrollados han aumentado la visibilidad del cambio climático en la agenda del comercio internacional y apuntan a generar restricciones basadas en los procesos de producción y el contenido de carbono, tales como los impuestos en frontera y la exigencia de no superar niveles máximos de emisión por producto.

La aplicación de una legislación que restrinja o limite las exportaciones provinciales a la UE causaría lógicamente un impacto económico en la matriz exportadora provincial.

En tal sentido, es posible medir cual sería ese impacto si, por ejemplo, se configurara un escenario en el cual se aplicara una restricción total a los productos del grupo bajo estudio que se han estado exportando a dicha región en los últimos años. En este escenario, la certificación de Huella de Carbono exigida como requisito obligatorio por los países destino actuaría como una barrera para-arancelaria que bloquea la totalidad de las exportaciones del país de origen, hasta tanto los productos comprendidos no hayan obtenido la correspondiente certificación. Luego, los volúmenes y montos detallados a continuación, estarían sujetos a esta condición.

El monto promedio anual para el período 2006/2009 de los productos agrícolas del grupo de estudio y de carne bovina exportados a la UE despachados únicamente por puertos bonaerenses asciende a U\$S 821 millones. Dicho monto representa el 15,2% de las exportaciones provinciales totales de esos productos.



En el máximo nivel de agregación de los productos analizados, los productos cárnicos explican un 92% de las emisiones totales de GEIs. Por su parte, en el grupo de productos agrícolas, la soja (5,66% del global, y 73,93% del total de emisiones de GEIs de productos agrícolas) y el maíz (1,56% y 20,40%, respectivamente) se destacan por sobre las participaciones del girasol (0,23% del global y 2,99% entre los productos agrícolas), y el trigo (0,21% y 2,68%, respectivamente).

Entre los complejos exportadores, el sojero es el de mayor relevancia, pues representó en el período de análisis para el grupo de estudio (2006/2008) el 76% del monto promedio anual exportado a la UE (U\$S 126

### III CONGRESO INTERNACIONAL SOBRE CAMBIO CLIMATICO Y DESARROLLO SUSTENTABLE

millones). Le siguen en orden de importancia el complejo maíz, con un 17% (U\$S 28 millones), en tanto que los complejos girasol y trigo tuvieron una importancia relativa del 4,5% (U\$S 7,4 millones) y 2,6% (U\$S 4,3 millones) respectivamente.

Para el sector de carne bovina, el monto promedio anual de exportaciones a la UE durante el período 2006/2009 fue de U\$S 641 millones. El 85,6% de dicho monto (U\$S 548 millones) corresponde a los cortes enfriados, mientras que las carnes procesadas tuvieron una incidencia relativa del 10,5% (U\$S 67,6 millones). Los cortes vacunos congelados tuvieron escasa relevancia, con el 3,9% del monto total (U\$S 25 millones). Dentro de los cortes enfriados, aquellos que se corresponden con los de la Cuota Hilton son los de mayor incidencia en los montos exportados, representando el 65,5% del total (U\$S 420 millones), en tanto que a los cortes No Hilton les correspondió el 20% (U\$S 128 millones).

#### V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

En función de lo analizado en el presente trabajo, surge la necesidad de profundizar dos aspectos importantes a la hora de estimar las emisiones: el desarrollo de nuevos modelos de cálculo (incluidos los factores de emisión) que permitan reflejar adecuadamente las características productivas locales; y el mejoramiento de los sistemas de información sobre las prácticas agrícola/ganaderas vigentes.

Respecto a las mejoras de los modelos de cálculo, debe considerarse que las metodologías incluidas en las Directrices del IPCC no fueron expresamente desarrolladas para la evaluación de determinados cultivos, sino con el objeto de estimar los inventarios de Gases de Efecto Invernadero de los países e informarlos a la Convención Marco de Naciones Unidas sobre Cambio Climático.

De allí que, a partir del uso de coeficientes en la estimación de emisiones, se observe un alto nivel de indeterminación en los resultados. En particular, los factores de emisión para óxido nitroso (N<sub>2</sub>O) directo tienen un rango de incertidumbre -reconocido por el IPCC- de +/- 300% (Factor de Emisión EF1: 0,003-0,03), lo cual afecta tanto al cálculo de las emisiones de cultivos como a las correspondientes a ganadería. Las dificultades metodológicas derivadas del uso de coeficientes se repiten para el cálculo de emisiones de metano (CH<sub>4</sub>) por fermentación entérica.

Es por ello de importancia central fomentar la articulación entre los distintos grupos de investigación en el tema, a fin de permitir el diseño de modelos de cálculo validados que permitan reducir estas incertidumbres, adecuándose a las distintas realidades productivas de la provincia de Buenos Aires y del país.

Asimismo, los sistemas de información sobre las prácticas agropecuarias deben ser una base de apoyo para estos desarrollos metodológicos, ya que la gran variabilidad de climas, suelos y, producto de ello, de sistemas de cultivos y crianza, hace necesario el poder contar con datos dinámicos de operación y rendimientos. En este punto la capacitación de los distintos actores productivos en la temática, mediante el uso de herramientas accesibles, resulta fundamental para la articulación del conocimiento adquirido sobre la vinculación entre emisiones y actividades, y las prácticas que se desarrollan.

#### Autores:

Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales (Univ. Nac. de La Plata)

Ing. Agr. Msc Raúl Rosa ([rjr@agro.unlp.edu.ar](mailto:rjr@agro.unlp.edu.ar))  
19 N° 356. (B1896JMH) City Bell (La Plata) Argentina. - (+54-9) 221-577-9770

Ing. Ind. Sebastián Galbusera  
([sebastiangalbusera@yahoo.com.ar](mailto:sebastiangalbusera@yahoo.com.ar))  
Habana 3123. (C1419GPU) CABA. Argentina.  
(+54-9) 11-4490-1850

CPN Pedro Lusarreta ([pjlusarreta@gmail.com](mailto:pjlusarreta@gmail.com))  
10 N° 1116. (B1906ELX) Tolosa (La Plata) Argentina. - (+54-9) 221-534-4970

Ing. Ind. Lucas Bonda ([lucasbonda@hotmail.com](mailto:lucasbonda@hotmail.com))  
Paraguay 3629 (C1425BRW) CABA. Argentina.  
(+54-9) 11-6136-3013

Ing. Fstal. Msc. Alejandro González  
([gonale\\_arg@yahoo.com.ar](mailto:gonale_arg@yahoo.com.ar))  
68 N° 1080 (B1904BAV) La Plata. Argentina.  
(+54-9) 221-567-1849

Ing. Agr. Mariano Eirin  
([mariano.eirin@speedy.com.ar](mailto:mariano.eirin@speedy.com.ar))  
38 N° 69. (B1902ASB) La Plata. Argentina.  
(+54-9) 221-482-4865

Ing. Agr. Esteban Manis  
([manisesteban@gmail.com](mailto:manisesteban@gmail.com))  
20 N° 1736. (B1904CYN) La Plata. Argentina  
(+54-9) 221-451-8339

Ing. Agr. Daniel Scatturice  
([daniels@netverk.com.ar](mailto:daniels@netverk.com.ar))  
48 N° 1342 ( ) La Plata. Argentina.  
(+54-9) 221-451-3779

Lic. Graciela López Otegui ([gnlo@fibertel.com.ar](mailto:gnlo@fibertel.com.ar))  
30 N° 833. (B1900UCL) La Plata. Argentina.  
(+54-9) 221-502-6496