

HUELLA DE CARBONO DEL SECTOR ARROCERO

PhD. MSc Ing. Agr. Álvaro Roel¹
Ing. Agr. Camila Bonilla²
MSc Ing. Quím. Carlos Saizar³
Ing. Quím. Guadalupe Martínez⁴

INTRODUCCIÓN

La creciente preocupación internacional por las consecuencias adversas del cambio climático, ha impulsado a las organizaciones e instituciones a profundizar su conocimiento respecto a los gases de efecto invernadero (GEI) y su dinámica. La huella de carbono (HC) cuantifica la cantidad de emisiones de GEI (expresadas en equivalentes de CO₂) liberadas a la atmósfera como resultado de intervenciones humanas. Su objetivo es evaluar la contribución de organizaciones, procesos y/o personas al cambio climático. El cálculo de la misma se basa en un enfoque de Análisis de Ciclo de vida (ACV, o LCA en su sigla en inglés) que comprende todas las actividades o eslabones de un proceso que describen el ciclo de vida de un producto, desde las materias primas utilizadas hasta el desecho final como residuo.

En este contexto, la HC se ha transformado en un indicador para comprender la dinámica de los GEI relacionados a los productos, servicios y organizaciones. Este indicador amenaza con transformarse en un condicionante de las relaciones comerciales entre países, debido a que potencialmente podrá convertirse en un factor más de decisión de compra por parte de los consumidores (OMC, 2011). Si bien en la actualidad no se trata de un elemento de cumplimiento obligatorio, la preferencia de los consumidores hacia productos de menor huella de carbono ha ido en aumento. La implementación de este sistema, se realiza a través de una rotulación de los productos que permite a los consumidores tomar decisiones informadas, al momento de comprar sus bienes y contratar sus servicios.

El primer estudio sobre HC a nivel nacional se realizó a instancia del Ministerio de Ganadería, Agricultura y Pesca (MGAP) en un proyecto denominado “Huella de Carbono de tres de los principales rubros de exportación”. El mismo se realizó en base a un trabajo interinstitucional donde participaron conjuntamente la Unidad Agropecuaria de Cambio Climático (UACC-MGAP), el Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria (INIA), la Facultad de Agronomía (Fagro) y el Laboratorio Tecnológico del Uruguay (LATU). Se contó además con el apoyo y participación del PNUD y diversas organizaciones públicas y privadas nacionales, en particular organizaciones de productores.

Los objetivos de este proyecto fueron: 1) generar la primera versión de la HC de los sectores productivos selecciona-



dos; 2) determinar las fases críticas, de mayor contribución a la HC; 3) generar capacidades en la metodología de cálculo de la HC y 4) realizar comparaciones internacionales de las HC.

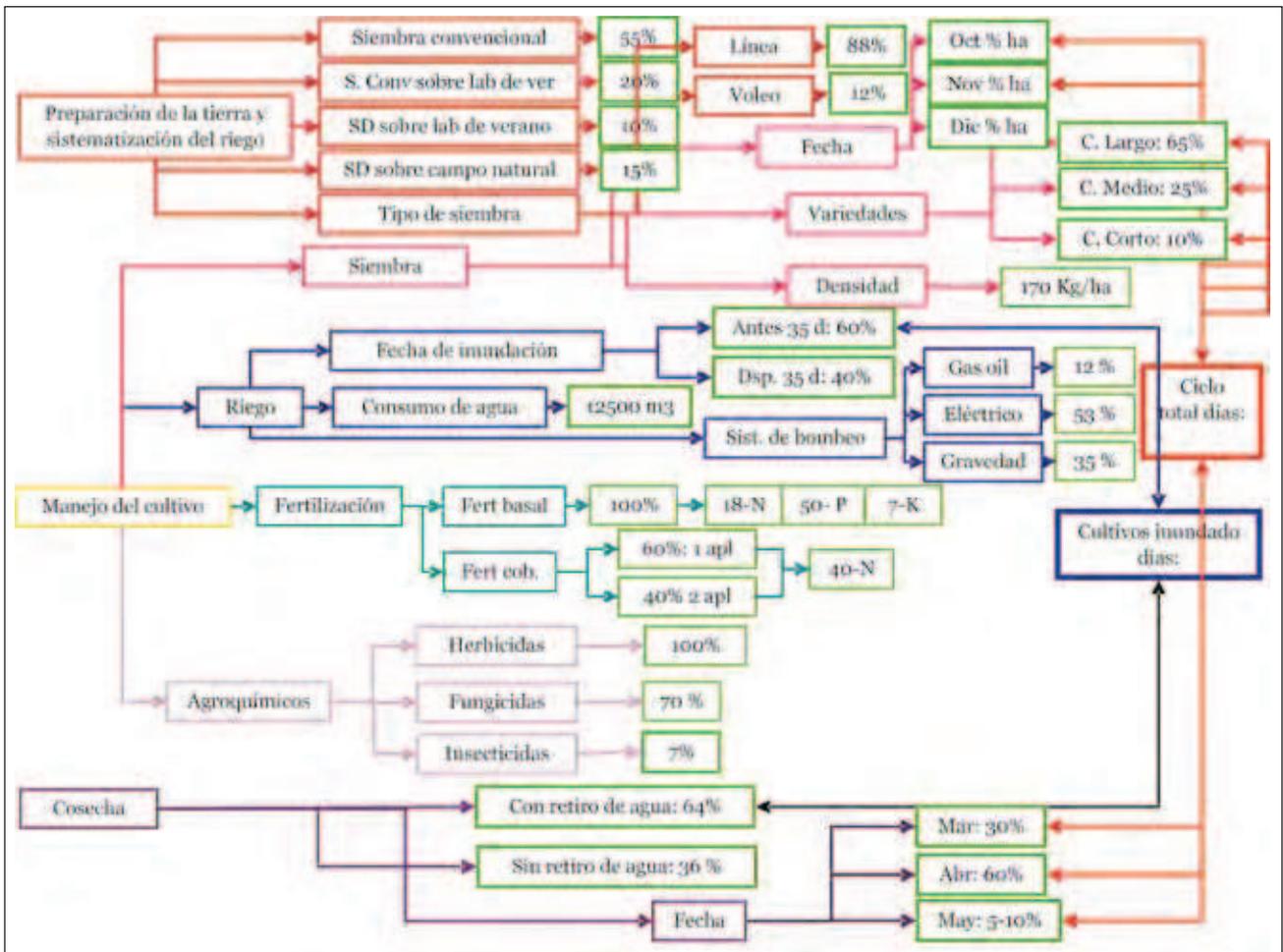
En lo que refiere al rubro arrocero, el 24 de noviembre de 2010 se realizó en el LATU un taller organizado por INIA denominado “Huella de Carbono en arroz”. El mismo contó con la visita del Dr. Naoki Yoshikawa de Ritsumeikan University (Japón) y tuvo como objetivos conocer la experiencia japonesa de cuantificación de huella de carbono en arroz, profundizar el conocimiento referido a los enfoques de HC y ACV y analizar y discutir la conformación del flujo de ciclo de vida del sector arrocero uruguayo. Al taller concurren representantes de la Asociación Cultivadores de Arroz (ACA), Facultad de Agronomía y Química, Gremial de Molinos, INIA, MGAP, Plan Agropecuario y LATU. Como resultado principal se delineó el sistema de estudio, esto es, se caracterizó la chacra de arroz promedio para Uruguay, estableciéndose las principales medidas de manejo, tipo y cantidad de insumos, formas de aplicación, etc., conformando de esta manera los límites del análisis del ciclo de vida y las actividades comprendidas en la misma (Figura 1).

METODOLOGÍA DE CÁLCULO UTILIZADA

Para este estudio, se utilizaron los lineamientos planteados por la norma PAS 2050:2008 (BSI, 2008; actualizada en 2011) debido a que la misma, es una metodología orientada a determinar la HC de bienes y servicios y a su vez permite establecer ésta desde el enfoque “de la cuna hasta el próximo negocio”.

Esta norma, a su vez, especifica claramente cuáles son las fuentes de emisión que deben ser consideradas y cuáles deben ser excluidas para el estudio, facilitando así algunos aspectos fundamentales en la construcción del mapa o el alcance que tendrá el estudio (Figura 2).

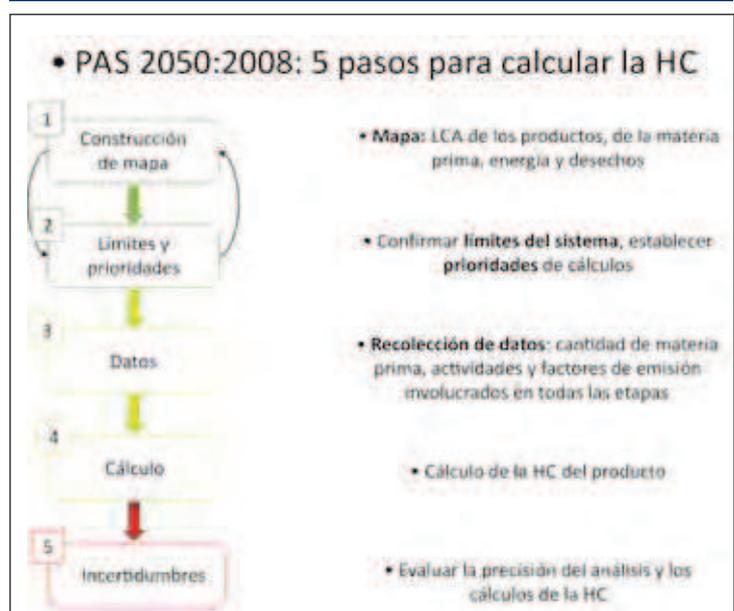
Figura 1: Caracterización del sistema productivo promedio



Los factores de emisión (FE) empleados en este estudio para convertir las actividades e insumos del proceso productivo a emisiones de GEI, fueron en su mayoría obtenidos de la base de datos del Panel Intergubernamental de Cambio Climático (IPCC EFDB, 2013). Las dos excepciones más importantes son los FE para la producción de combustibles y la generación de energía eléctrica, que fueron estimados para las condiciones específicas de ANCAP y UTE respectivamente. El empleo de FE específicos para las condiciones locales en lugar de aquellos representativos de condiciones regionales o internacionales, mejora la calidad del cálculo de HC y deben emplearse siempre que sea posible.

La unidad funcional utilizada para el cálculo de la fase primaria fue 1kg de arroz cáscara y los gases contabilizados fueron dióxido de carbono y metano. La unidad funcional utilizada para la fase industrial fue 1 kg de arroz blanco (5%), envasado en bolsa de polipropileno de 50 kg y puesto en puerto de destino.

Figura 2: Pasos a seguir según la metodología PAS 2050:2008 para el cálculo de la HC.





Los límites establecidos para el estudio tuvieron en cuenta los siguientes aspectos para la producción primaria (arroz cáscara):

- **Energía y combustible:** Incluye transporte de petróleo, refinación, combustión y el transporte de distribución del combustible. Para el caso de la energía eléctrica se incluye el costo de producción de la misma.
- **Insumos:** se contabilizaron todos los insumos utilizados para el cultivo de arroz (fertilizantes, herbicidas, fungicidas, semilla), con sus respectivas emisiones por manufactura y transporte (internacional y nacional).
- **Cambio de uso de la tierra:** No se contabilizaron emisiones por cambio del uso de la tierra.
- **Transporte de insumos (internacional):** Se tomó en cuenta la distancia entre Uruguay y los principales países exportadores de herbicidas, fungicidas y fertilizantes.
- **Transporte de insumos (nacional):** Se estableció una distancia promedio entre los puertos y los molinos y entre los molinos y las chacras. Además se estableció una capacidad de carga promedio de los camiones que transportan los insumos.¹
- **Transporte de producto:** Se estableció una distancia promedio entre los molinos y las chacras y una capacidad de carga promedio de los camiones que transportan el arroz cáscara.
- **Cultivo de arroz:** Se contabilizaron todas las emisiones de metano derivadas directamente del cultivo de arroz. El valor utilizado para el cálculo fue el utilizado en el inventario nacional (IPCC 2004), que es un valor estimado de arroces producidos en "similares" condiciones.
- **Sistema productivo primario:** Se contabilizaron las emisiones de-

bidas a la preparación de la tierra, siembra y cosecha del arroz, aplicaciones de agroquímicos y fertilizantes y riego por bombeo y eléctrico.

Por otra parte, para la fase industrial y posterior transporte hasta puerto de destino se tuvieron en cuenta los siguientes aspectos, con datos representativos de aproximadamente el 50% de la producción nacional en el período estudiado (2006-2010):

- **Energía eléctrica:** Consumo de energía eléctrica real de las plantas industriales, por transporte horizontal y vertical del arroz dentro de la planta con cintas y cangilones, enfriamiento con ventiladores, iluminación, etc. El FE aplicable varía de un año a otro en función de la distribución entre generación por fuentes renovables (hidráulica, eólica, biomasa) y fósiles (termoeléctrica).
- **Combustibles:** Consumo real de combustible (GLP, fuel-oil, GNC) en las plantas industriales, principalmente en la operación de secado. La leña es considerada un combustible neutro en emisiones de GEI (considerando el potencial a 100 años).
- **Insumos:** Se subdividieron en las categorías de productos químicos, envases y consumo de agua.
- **Residuos y efluentes:** Por su valorización como combustible alternativo, la cáscara de arroz se considera un subproducto y no un residuo, y sólo se computan las emisiones asociadas a su transporte. No se consideraron otro tipo de residuos o efluentes: no hay datos suficientes, pero los antecedentes indican que las emisiones de GEI asociadas no serían significativas.
- **Transporte de insumos, subproductos y productos:** El transporte de arroz cáscara a planta se consideró en la fase primaria. Las emisiones de GEI asociadas al transporte del arroz blanco se calcularon con los FE correspondientes a los distintos medios (camión, tren, barco), con promedios ponderados por distancia y carga transportada a los distintos puertos de destino.





A modo ilustrativo de cómo se procede al cálculo de HC, se parte de la base de una "chacra" de 200.000 ha (área arrocerá del país) con un rendimiento promedio de 8000 kg/ha (Grupo Trabajo Arroz 2008-2010 y MGAP, 2008-2010). Con esta base, por ejemplo para el caso de los fertilizantes, se computa la cantidad necesaria de los diferentes elementos (N, P, K) a aplicar en dicha superficie. Sobre este dato se calcula la necesidad de fertilizantes que deben ser elaborados con materias primas importadas o directamente importados y transportados. A su vez los fertilizantes tienen sus propias HC asociadas a su elaboración que deben ser tenidas en cuenta, a las cuales deben adicionarse eventualmente la HC de su transporte marítimo internacional. Una vez en puerto se debe proceder a computar las HC asociada al transporte terrestre nacional del fertilizante hasta las diferentes chacras y a su aplicación en éstas. De esta misma manera se procede con los restantes productos, así como con las actividades vinculadas a la producción de arroz. Por último las emisiones generadas en todo el sistema son referidas a la productividad de la misma, en este caso los 8000 kg/ha, para finalmente obtener las emisiones por kg de arroz producido.



El segundo componente en términos relativos de mayor contribución a la HC es el vinculado a la preparación de suelo y cosecha, debido principalmente al uso de combustible vinculada a la misma.

Si comparamos la huella del sector arrocerá nacional con datos publicados para el sector arrocerá de Japón por ejemplo, encontramos que las emisiones de nuestra fase productiva primaria son menores y esto se debe a que se

se eventualmente la HC de su transporte marítimo internacional. Una vez en puerto se debe proceder a computar las HC asociada al transporte terrestre nacional del fertilizante hasta las diferentes chacras y a su aplicación en éstas. De esta misma manera se procede con los restantes productos, así como con las actividades vinculadas a la producción de arroz. Por último las emisiones generadas en todo el sistema son referidas a la productividad de la misma, en este caso los 8000 kg/ha, para finalmente obtener las emisiones por kg de arroz producido.

RESULTADOS

El resultado (en términos porcentuales) de la huella de carbono de la fase primaria de la cadena arrocerá se detalla en el siguiente gráfico. Como resultado principal cabe destacar que el 78% de las emisiones de la fase productiva primaria corresponden a emisiones propias del cultivo de arroz (Gráfico 1). Esto se refiere a las emisiones de metano que normalmente ocurren en un cultivo inundado, producidos por los microorganismos metanotróficos, ya sea directamente desde el suelo o a través de las plantas de arroz. Siendo las emisiones del cultivo el principal contribuyente de la HC, se desprende claramente la necesidad de contar con valores de emisiones locales que permitan determinar si los valores estimados (inventario nacional IPCC2004) se ajustan a los reales.

Gráfico N° 1

Representación de las emisiones correspondientes a cada una de las actividades e insumos involucrados en la fase productiva primaria

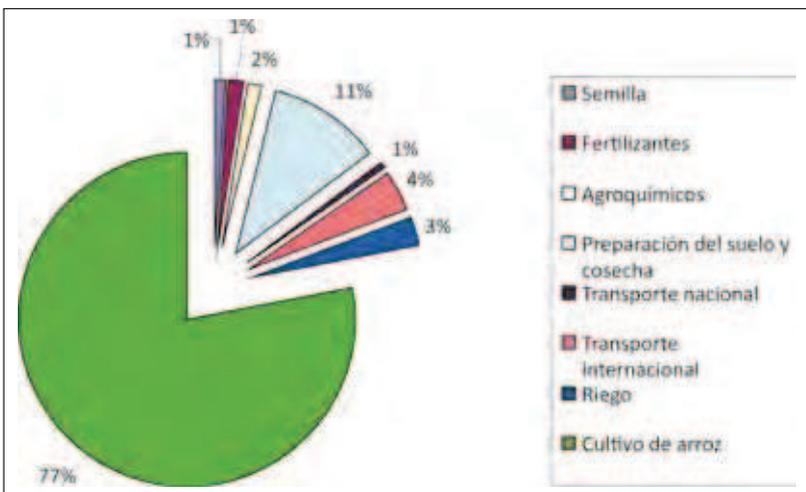


Figura N°3: Bolsa japonesa de 4 kg de arroz con rótulo de las emisiones de carbono por bolsa.



Gráfico N°2: Representación de las emisiones correspondientes a cada una de las actividades de la fase industrial y transporte de producto final.

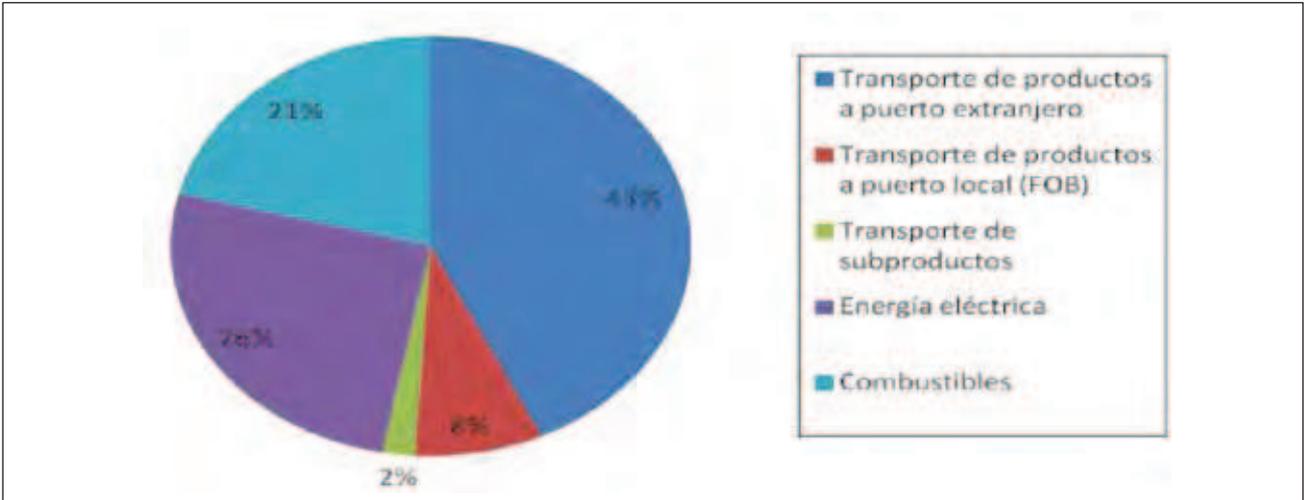
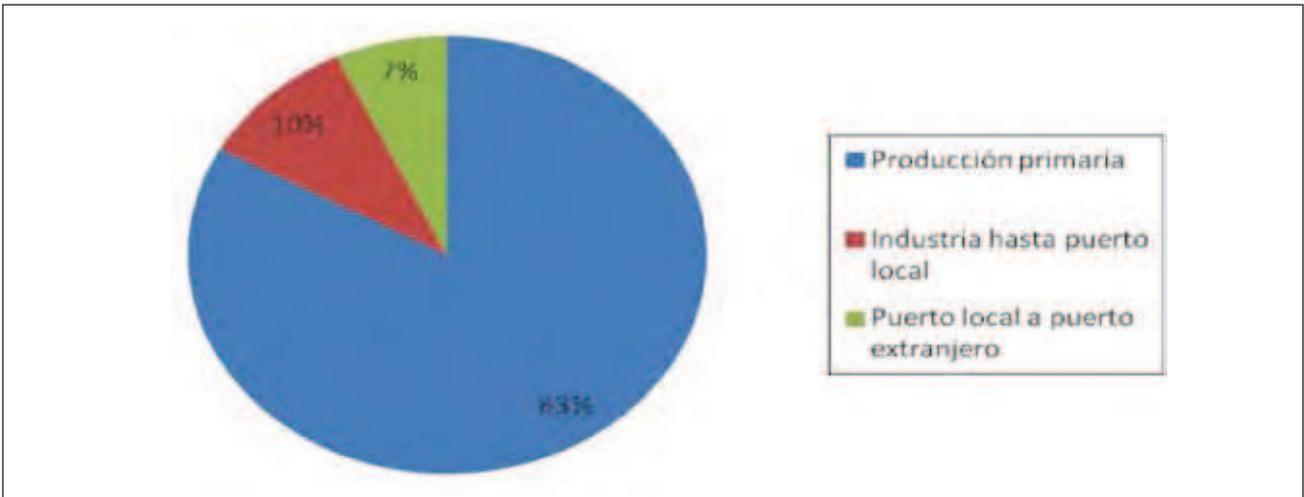


Grafico N°3: Representación de las emisiones correspondientes a cada una de las fases de la cadena arrocera.



obtienen altos rendimientos que “diluyen” las emisiones cuantificadas (Figura N° 3).

En la fase industrial las emisiones debidas al consumo de energía y combustible contribuyeron con el 47% del total de dicha fase, en tanto las emisiones debidas al transporte del producto de exportación a los principales puertos de destino aportaron el 43% de las emisiones de la fase industrial. (Gráfico N° 2).

Cuando se procede a la integración de la fase productiva primaria con la fase industrial y se realizan las conversiones necesarias para llevar todo a la unidad funcional de 1 kg de arroz blanco envasado, se visualiza que la fase productiva primaria contribuye con el 83% de las emisiones (Gráfico N° 3). Esto último marca la importancia a futuro de seguir profundizando en el conocimiento del funcionamiento del sistema productivo primario y en particular de los factores de emisión necesarios para mejorar el cálculo de HC del sector.

CONCLUSIONES

La metodología de HC permite tener una visión integrada de la contribución de la cadena arrocera a las emisiones GEI, a la vez que permite detectar las fases críticas de contribución y evaluar planes de mitigación. En este sentido, todo factor que aumente la eficiencia del sistema productivo se ve reflejado en una disminución de su HC (por ejemplo, la electrificación del bombeo suele reducir la HC en relación al empleo de bombas accionadas por motores de combustión, por los menores FE de la energía eléctrica en Uruguay asociados a las fuentes renovables).

De todos los componentes que están vinculados en el cálculo de la HC del sector arrocero, el que tiene el efecto más significativo sobre el resultado del mismo es su productividad primaria (rendimiento). Esto determina que cualquier medida alternativa tendiente a reducir las emisiones de gases de efecto invernadero debe ser sobre la base de mantener o aumentar la productividad de los cultivos.

La disminución de la HC de un sector está determinada por optimización de la combinación de la eficiencia de los factores de producción y su productividad. El valor de la HC es un indicador objetivo de esta relación.

En el cálculo de la huella de carbono, la fase productiva es responsable del 83% de las emisiones de la cadena arrocerá. Dentro de la fase primaria, las emisiones propias del cultivo de arroz representan el 78%, siendo el metano el principal responsable de estos resultados.

Es necesario poder contar con valores de emisiones del cultivo locales, generados en nuestras condiciones de producción. En este sentido hay un proyecto INIA "Determinación de las emisiones de GEI del cultivo de Arroz" en ejecución.

En la fase industrial las emisiones de GEI están mayormente asociadas al uso de energía eléctrica y de combustibles fósiles. Las metas que Uruguay tiene planteadas para extender el uso de fuentes renovables para la generación de energía eléctrica, suponen una reducción en el corto plazo del correspondiente FE..

En relación al transporte a puerto local, son destacables las ventajas del uso de transporte ferroviario frente al carretero desde el punto de vista de las emisiones de GEI. Por último, si bien las emisiones debidas al transporte puerto a puerto resultan comparables a las de la fase industrial, no son tan significativas en el global de emisiones (< 10%). Este cálculo no implica una estimación detallada y por lo tanto es necesario llevar a cabo, para una próxima versión, un estudio que se introduzca más en la complejidad y disgregación de los procesos, procurando también a partir de la obtención de más datos, una cobertura más amplia de las unidades productivas operando en el país.

El sector arrocero, a través de la participación de las diferentes instituciones y agremiaciones vinculadas a este trabajo, fue pionero en la determinación de su HC, adelantándose de esta manera a los posibles requisitos futuros y pudiendo evaluar objetivamente una estrategia de diferenciación frente a otros competidores.

BIBLIOGRAFÍA

- OMC (2011) Private standards as non-tariff barriers (NTBs): the case of carbon labels http://www.wto.org/english/res_e/publications_e/wtr12_forum_e/art2.htm (último acceso 24-6-13)
- IPCC (2013) Intergovernmental Panel on Climate Change Emission Factor Database (EFDB) <http://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/EFDB/main.php> (último acceso 24-6-13)
- Cálculo del factor de emisiones de CO2 del sistema eléctrico uruguayo. Mayo 2009. UTE
- E. Audsley, K. Stacey, D.J. Parsons, A.G. Williams, Agosto, 2009. Estimation of the greenhouse gas emissions from agricultural pesticide manufacture and use.
- BSI (2008) PAS 2050:2008. Specification for the assessment of the life cycle greenhouse gas emissions of goods and services.
- Resumen Ejecutivo: Inventario Nacional de Emisiones de Gases de Efecto Invernadero: 2004. MVOTMA
- Grupo de Trabajo Arroz 2008-2010.

AGRADECIMIENTOS

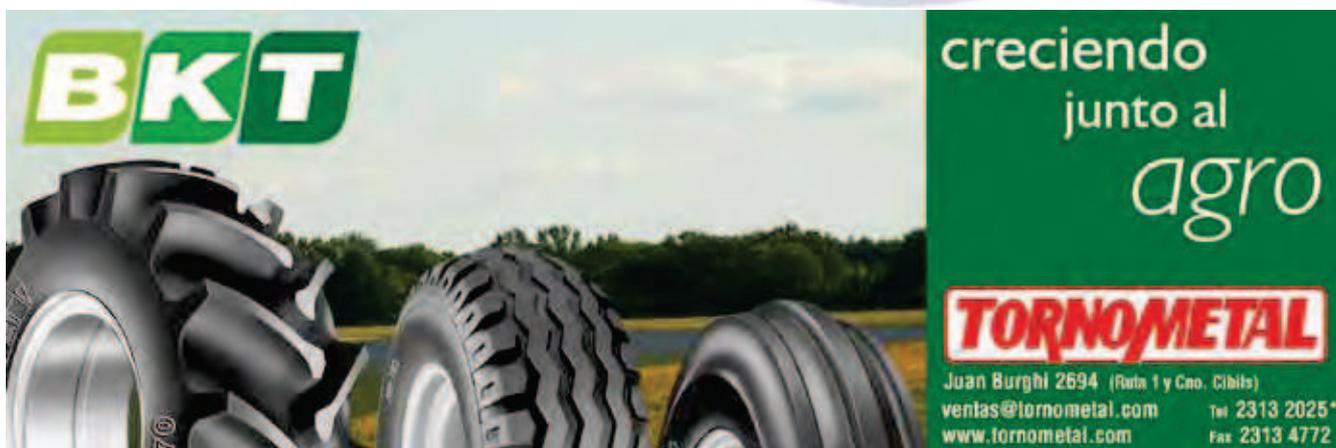
A la Asociación de Cultivadores de Arroz y la Gremial de Molinos Arroceros por el apoyo y la información brindada a los efectos de poder realizar este estudio.

¹ Programa Arroz INIA

² Programa Arroz INIA (Beca iniciación ANII-2010)

³ LATU

⁴ LATU



BKT

creciendo
junto al
agro

TORNOMETAL

Juan Burghi 2694 (Ruta 1 y Cno. Cibils)
ventas@tornometal.com Tel 2313 2025*
www.tornometal.com Fax 2313 4772