

Avances y estado de situación en análisis de ciclo de vida y huellas ambientales en la Argentina

Actas del V Encuentro Argentino de Ciclo de Vida y
IV Encuentro de la Red Argentina de Huella Hídrica
ENARCIV 2016

Gonzalo Antonio Perez



Avances y estado de situación en análisis de ciclo de vida y huellas ambientales en la Argentina

Actas del V Encuentro Argentino de Ciclo de Vida y
IV Encuentro de la Red Argentina de Huella Hídrica
ENARCIV 2016

Editores:

*Patricia Garolera De Nucci
Fernando Daniel Mele
Andrea Lorena Nishihara Hun
Gonzalo Antonio Perez*



Red Argentina de Ciclo de Vida



Avances y estado de situación en análisis de ciclo de vida y huellas ambientales en la Argentina

Actas del V Encuentro Argentino de Ciclo de Vida y
IV Encuentro de la Red Argentina de Huella Hídrica
ENARCIV 2016

Editores:

Patricia Garolera De Nucci
Fernando Daniel Mele
Andrea Lorena Nishihara Hun
Gonzalo Antonio Perez

Avances y estado de situación en análisis de ciclo de vida y huellas ambientales en la Argentina : actas del V Encuentro Argentino de Ciclo de Vida y IV Encuentro de la Red Argentina de Huella Hídrica ENARCIV 2016 / Rodolfo Bongiovanni ... [et al.] ; editado por Lorena Patricia Garolera de Nucci ... [et al.]. - 1a ed . - Famaillá, Tucumán : Ediciones INTA, 2016.

Libro digital, PDF

Archivo Digital: descarga y online
ISBN 978-987-521-810-9

1. Análisis de Ciclo de Vida. 2. Huella ambiental. 3. Huella Hídrica. I. Bongiovanni, Rodolfo II. Garolera de Nucci, Lorena Patricia, ed. CDD 333.91

ISBN 978-987-521-810-9



No se permite la reproducción total o parcial de este libro, ni su almacenamiento en un sistema informático, ni su transmisión en cualquier formato o por cualquier medio, electrónico, mecánico, fotocopia u otros métodos, sin el permiso previo del editor.



Red Argentina de Ciclo de Vida



Selección de trabajos presentados en el V Encuentro Argentino de Ciclo de Vida y IV Encuentro Argentino de Huella Hídrica (ENARCIV 2016)

Comisión organizadora:

Patricia Garolera De Nucci

Estación Experimental Agroindustrial Obispo Colombres

Fernando Daniel Mele

Universidad Nacional de Tucumán

Facultad de Ciencias Exactas y Tecnología - CONICET

Andrea Lorena Nishihara Hun

Universidad Nacional de Tucumán

Facultad de Ciencias Exactas y Tecnología

Gonzalo Antonio Perez

Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria

Estación Experimental Agropecuaria Famaillá

**22 y 23 de septiembre de 2016
Tucumán, Argentina**



Contenidos

| | Pág. |
|---|------|
| Huella de carbono de la cadena del algodón de la Argentina. R. BONGIOVANNI, L. TUNINETTI, R. SÁEZ, M. LESTANI, M. MONDINO | 9 |
| Estimación de la huella de carbono del té y alternativas de transporte del producto final al puerto. E. LYSIAK | 12 |
| Perfil ambiental del sorgo azucarado en Tucumán. Perspectivas de su integración con la caña de azúcar. P. GAROLERA DE NUCCI, J. TONATTO, M. E. IÑIGO MARTÍNEZ, G. DE BOECK, E. ROMERO, G. CÁRDENAS | 15 |
| Los biocombustibles a base de vegetación xerófila y la sustentabilidad en zonas áridas. Huella ambiental del biodiesel de cártamo en el noroeste argentino. R. PIASTRELLINI, A. P. ARENA, B. CIVIT | 19 |
| Estudio de huellas ambientales en una empresa citrícola de Tucumán. A. NISHIHARA HUN, M. ALONSO, L. CHIRIVELLA MENDEZ, J. WHEELER, F. MELE | 21 |
| Evaluación del Potencial de Calentamiento Global de la producción de electricidad (vía gasificación) a partir de <i>Spartina argentinensis</i> . E. JOZAMI, R. PIASTRELLINI, L. SCHEIN, B. CIVIT, S. R. FELDMAN | 24 |
| Huella hídrica de la producción de algodón en la Argentina. A. ANSCHAU, R. BONGIOVANNI | 27 |
| Inversiones en tierras como mecanismo de apropiación de agua en la región del Chaco Salteño. A. G. J. SALAS BARBOZA, J. L. AGÜERO, C. VENENCIA, M. MÜLLER, L. SEGHEZZO | 30 |
| Uso consuntivo de agua en la producción primaria de leche. V. CHARLON, M. TIERI, F. FRANK, C. LONGO RODRÍGUEZ | 33 |
| Directrices para la evaluación de la huella del agua para sistemas de producción ganaderos (Comunicación). V. CHARLÓN, B. CIVIT | 35 |
| La huella hídrica de un turista en Chacras de Coria. B. CIVIT, A. P. ARENA, R. PIASTRELLINI, S. CURADELLI, M. LÓPEZ | 37 |



| | |
|--|----|
| Indicadores de uso de agua y su relación con el ordenamiento del territorio. N. R. ORTIZ, B. CIVIT | 39 |
| Modelización de la producción de maíz como insumo de una biorrefinería de la provincia de Córdoba. J. HILBERT, S. CARBALLO, L. SCHEIN, J. MANOSALVA, N. MICHARD, S. GALBUSERA | 43 |
| Avances en la construcción de inventario de ciclo de vida de la producción industrial preparados nutricionales destinados a producción animal. O. PASTORUTTI, L. SCHEIN | 47 |
| Avances en la adecuación del inventario del etanol y del azúcar de caña de azúcar a la plataforma SUDOE. A. L. NISHIHARA HUN, G. A. PEREZ, F. D. MELE | 49 |
| Desafíos para una producción sustentable de caña de azúcar. R. SOPENA | 52 |
| Optimización multiobjetivo para el diseño de cadenas productivas sustentables. F. MELE | 54 |
| Inventario de la producción primaria de carne porcina. Experiencia de un curso de capacitación. L. BOERO, B. CIVIT, R. CORBELLA, M. DARIVA, G. GIMENEZ, F. GIUSTI, E. JOZAMI, C. LONGO RODRIGUEZ, L. MAGRI, R. MEYER PAZ, O. PASTORUTTI, L. SCHEIN, L. SPINOLLO | 57 |



Antecedentes

La consolidación de un mercado global ha establecido relaciones entre las economías de los países a través de cadenas de suministro que elaboran productos y servicios con enormes repercusiones en todos los ámbitos de la sustentabilidad: económico, ambiental y social. En este contexto complejo y global, las herramientas que actúan en el marco del pensamiento de ciclo de vida (ej. Análisis de Ciclo de Vida, Huella de Carbono, etc.) han adquirido una gran relevancia, puesto que permiten identificar los impactos asociados a cada transacción, y promover la mejora en las cadenas involucradas, desde la extracción de las materias primas hasta la disposición final de los residuos, pasando por instancias de procesamiento, elaboración de productos, comercialización, uso, mantenimiento, reciclaje, etc.

Se han realizado notables avances metodológicos y de aplicación a nivel internacional, y nuestro país no ha sido ajeno a este desarrollo, con ejemplos en las áreas de la agroindustria, energía, construcción, servicios, etc. Sin embargo, la misma globalización que ha promovido estas sinergias plantea la necesidad de contar con criterios comunes y bases de datos que permitan a los especialistas de cada área contar con información confiable para realizar sus estudios.

La Red Argentina de Ciclo de Vida (RACV) se formó durante la III Conferencia Internacional sobre Análisis de Ciclo de Vida en Pucón, Chile, en el año 2009. A su vez forma parte de la Red Iberoamericana de Ciclo de Vida (RICV), red que agrupa a diversas organizaciones: universidades, centros tecnológicos, entes de normalización, empresas, asociaciones profesionales, entes gubernamentales, profesionales y estudiantes de los países de Iberoamérica que comparten una visión y objetivos centrados en el Pensamiento de Ciclo de Vida. Esta red cuenta con el apoyo de la Iniciativa de Ciclo de Vida del Programa de Naciones Unidas para el Ambiente (PNUMA) y de la Sociedad de Ecotoxicología y Química Ambiental (SETAC).

La Red Argentina de Huella Hídrica (RAHH) se formó en febrero de 2012. Integrada por profesionales, investigadores, docentes y otras personas e instituciones a quienes interesa la gestión sostenible del recurso hídrico y están motivados en el trabajo en conjunto con el ánimo de crear un espacio de intercambio de opiniones que permita proponer y promover lineamientos claros y acciones concretas para conseguirla. La RAHH tiene el propósito de agrupar a todos aquellos actores involucrados en estudiar la problemática asociada al uso, consumo y distribución del agua en las diferentes actividades económicas y difundir la metodología de la Huella Hídrica como indicador de sostenibilidad del uso del agua.



Objetivos generales

Como producto valioso de las actividades de la RACV y la RAHH, cada año se celebran conjuntamente el Encuentro Argentino de Ciclo de Vida y el Encuentro de la Red Argentina de Huella Hídrica (ENARCIV), que tienen como objetivo difundir las actividades que se realizan en el contexto nacional, y fortalecer las capacidades existentes para la utilización de las herramientas concebidas bajo el pensamiento de ciclo de vida o relacionadas, tales como las huellas de carbono e hídrica, el análisis de costo, social o ambiental de ciclo de vida, etc. Se busca contribuir al establecimiento de sinergias entre los individuos e instituciones participantes, promoviendo proyectos de cooperación, dirección conjunta de trabajos de tesis de distinto nivel académico, intercambio de datos, etc., y avanzar en el establecimiento de criterios comunes para el desarrollo de inventarios de ciclo de vida, tendientes a desarrollo de una base de datos nacional.

Objetivos específicos

- a) Discutir y acordar formatos de bases de datos, que faciliten el intercambio y accesibilidad de inventarios con criterios de calidad establecidos, acordes a los desarrollos de otros países de la región.
- b) Consolidar el desarrollo, difusión e implementación de metodologías de ciclo de vida en el ámbito del conocimiento científico.
- c) Discutir sobre los avances, ideas, teorías y herramientas disponibles que reflejan un enfoque de ciclo de vida.
- d) Promover espacios para el intercambio y la construcción del conocimiento entre científicos, profesionales y expertos.
- e) Dar a conocer y poner en valor los estudios e investigaciones que se desarrollan en el país.
- f) Crear y fortalecer iniciativas de construcción de capacidades en gestión de ciclo de vida.
- g) Incentivar el desarrollo de reglas de categorías de productos y declaraciones ambientales de productos, para productos de fuerte arraigo de nuestro país.
- h) Avanzar en la consolidación de la Red Argentina de Ciclo de Vida y la Red Argentina de Huella Hídrica, a través de la discusión de sus objetivos, visión, misión, modalidades de participación, actividades.



Red Argentina de Ciclo de Vida



Eje temático: Análisis de ciclo de vida



HUELLA DE CARBONO DE LA CADENA DEL ALGODÓN DE LA ARGENTINA

Rodolfo BONGIOVANNI^{1,2*}, Leticia TUNINETTI³, Roberto SÁEZ⁴, Mariano LESTANI⁴ y Mario MONDINO⁵

^{1,2*} INTA-UCC, Ruta 9 km 636, X5988AAB Manfredi. +54 11 30604273 bongiovanni.rodolfo@inta.gob.ar

³ INTI. Centro Regional Córdoba, Av. Vélez Sarsfield 1561, X5000JKC Córdoba

⁴ INTA, EEA Colonia Benítez Chaco; ⁵ INTA, EEA Santiago del Estero

Resumen

En el marco del proyecto "Optimización del ciclo de vida de los cultivos industriales" del INTA, Programa Cultivos Industriales, en convenio con el INTI, se llevó a cabo este trabajo, con el objetivo de obtener un inventario confiable y actualizado sobre la producción de fibra de algodón y la manufactura textil de un pantalón de jean hipotético, representativo de la cadena de valor del algodón producido en la Argentina. Interesa la potencialidad de esta metodología para determinar puntos críticos y plantear alternativas tecnológicas que permitan mejorar la eficiencia de la cadena.

La unidad funcional es **un pantalón de jean de hombre (0,55 kg)**, en la puerta de la industria textil (estudio del tipo "de la cuna hasta la puerta"). Se tuvieron en cuenta las etapas de producción primaria de fibra de algodón, desmotado, producción de hilo y tela denim, confección del pantalón, incluyendo avíos, y transportes. La información para el armado de los perfiles fue provista por referentes de INTA e industrias textiles; y se complementó con datos de la Base EcoInvent.

La **fase agrícola** abarca desde la fabricación de insumos, hasta la obtención de fibra de algodón en bruto. Se tuvieron en cuenta distintos planteos técnicos en diferentes regiones de la Argentina; su participación en el total nacional y rendimiento se muestran a continuación.

| | Zona | Riego | Siembra | Cosecha | Participación | Rend.(kg/ha) |
|---|----------------|-------|--------------|----------|---------------|--------------|
| a | Centro-Norte | Si | Directa | Picker | 3,74% | 2.800 |
| b | Centro-Norte | No | Directa | Picker | 27,21% | 2.500 |
| c | Noreste y Este | No | Directa | Stripper | 37,86% | 2.200 |
| d | Noreste y Este | No | Convencional | Stripper | 8,11% | 1.800 |
| e | Noreste y Este | No | Convencional | Picker | 8,11% | 1.500 |
| f | Centro-Norte | Si | Convencional | Picker | 14,96% | 3.250 |

Tabla 1. Planteos técnicos de producción de algodón (Campaña 2014/15). *Centro-Norte* abarca (Sgo. del Estero, Cba., San Luis, Salta); *Noreste* abarca (Formosa, Chaco, Corrientes) y *Este* (Sta. Fe, Entre Ríos).

La **fase de desmotado** abarca el traslado del algodón hasta las industrias que realizan el proceso de separar las fibras de algodón del resto de la planta. Se producen grandes cantidades de subproductos, tales como semillas (alimento para animales) y fibrilla, más los desperdicios del



desmotador. Se hizo una asignación de cargas de acuerdo al precio, resultando la fibra de algodón con un 89%, la semilla con un 10% y la fibrilla con un 1%.

En la **fase de hilandería** se producen el hilo y la tela denim. Como subproducto se obtienen retazos de tela que se utilizan para producir trapos de piso, o hilo para estopa.

Finalmente se relevó la **fase de confección del pantalón de jean**, incluyendo los tratamientos de la tela y el pantalón, y el agregado de hilo y avíos (tachas, etiquetas, botones, cierres).

Para el análisis de inventarios y obtención de resultados, se usó el método CML 2000, disponible en SIMAPRO 8. La huella de carbono de un pantalón de jean resultó en **4,39 kg de CO₂eq**. La fabricación del pantalón aporta el 25% de las emisiones, la producción de tela 46%, la producción de hilo denim 16%, el desmotado 5% y la producción agrícola 8% (Figura 1).

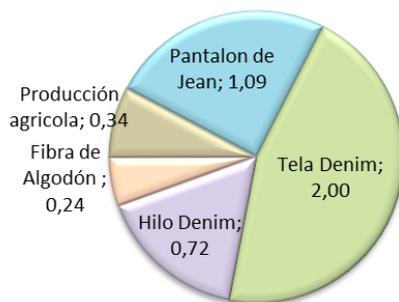


Figura 1: Emisiones en la cadena del algodón, para la fabricación de un pantalón de jean. (kg CO₂ eq)

Dentro de la etapa de producción primaria se destacan las emisiones en el uso de combustible diésel para la pulverización, y en menor medida para siembra y cosecha. En los planteos de siembra convencional también aportan emisiones relevantes las labores culturales al suelo. En aquellos planteos en los que se fertiliza, cobran importancia las emisiones debidas a la producción de urea y en los que se usa Glifosato, su producción.

Haciendo una comparación entre las emisiones de los planteos técnicos, el planteo “f” presenta menos emisiones debido a su alto rendimiento y al menor uso de combustible en la siembra convencional. En segundo lugar aparecen los planteos “d” y “e” que no usan fertilizantes, evitando su producción, pero presentan emisiones debidas a las operaciones de labranza de preparación del suelo; mientras que los planteos “a” y “b” si bien no realizan labranzas del suelo, sí usan urea, con altas emisiones en su fabricación. Finalmente el planteo “c” es el que presenta mayores emisiones, en parte debido a que es el que mayor cantidad de pasadas de pulverización realiza, utilizando la gran cantidad de glifosato (13 L/ha).

En la Figura 2 se observan las emisiones de cada planteo técnico para la cantidad de algodón requerida en la Unidad Funcional, las que después son ponderadas de acuerdo a la participación de cada uno de ellos en la producción total de algodón del país.

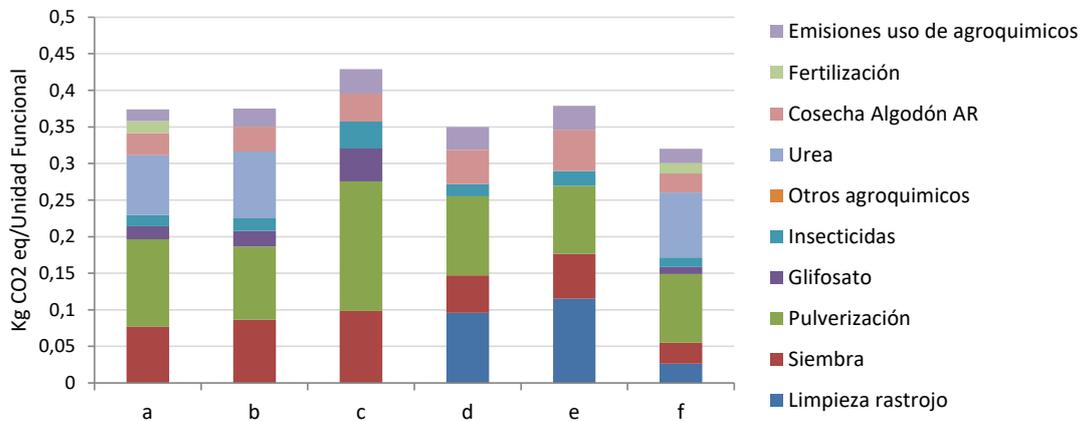


Figura 2: Emisiones en cada planteo técnico.

En la fase desmotado se destaca el uso de GLP y energía eléctrica. En la hilandería, la producción de hilo y tela denim generan emisiones debidas al uso de energía eléctrica y también existe un aporte por la incorporación de hilo poliéster para la fabricación de tela. Finalmente en la etapa de fabricación del pantalón se destacan el uso de GLP y electricidad y en menor medida aparecen las emisiones debidas al hilo usado para coser la prenda (Figura 3).

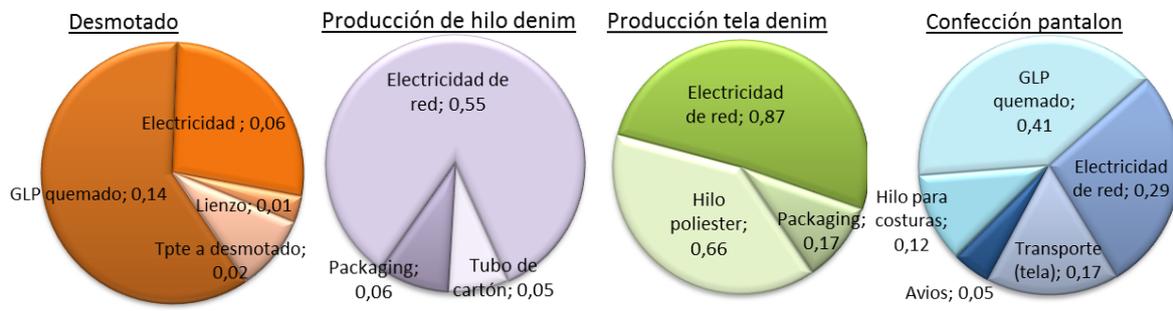


Figura 3: Emisiones en cada fase de industrialización del algodón.

Se obtuvo la huella de carbono de la cadena del algodón en la Argentina, enfocada en un pantalón de jean. Los mayores impactos radican en la industrialización del algodón, principalmente por el uso de energía (eléctrica y calor) en la producción de hilo y tela, y en menor medida (menos del 10%) se deben a la producción agrícola (principalmente por el uso de combustibles fósiles).

Palabras clave: Jean, Denim, ACV, textil, desmotado.



ESTIMACIÓN DE LA HUELLA DE CARBONO DEL TÉ Y ALTERNATIVAS DE TRANSPORTE DEL PRODUCTO FINAL AL PUERTO

Emiliano LYSIAK^{1*}

^{1*} EEA INTA Cerro Azul CR Misiones
Ruta Nacional 14. Km. 1085 (3313), Cerro Azul
Misiones,
Te: (03764) 494740
email: lysiak.emiliano@inta.gob.ar

Resumen

La producción de té en la Argentina se localiza principalmente en la provincia de Misiones y Noreste de Corrientes y tiene como destino principal la exportación. La exportación se realiza principalmente a EEUU mediante contenedores con una distancia a los puertos de Buenos Aires de más de mil km por camión. Este modo de transporte genera un gran impacto en la huella de carbono (HC). Los datos preliminares indican que sólo el transporte por camión del producto final de la fábrica al puerto representa el 10% de la huella de carbono.

El impacto del transporte también es un problema de la competitividad de la producción argentina y debido a ello se trabajan en alternativas de transporte que reduzcan los costos. Actualmente toda la producción de té para exportación se realiza por contenedores transportado por camiones de semi-acoplados (la excepción es para países limítrofes). Alternativamente a este medio de transporte se está trabajando en la implementación del transporte por bitrenes y el reacondicionamiento del ferrocarril el cual llega sólo a Posadas.

Dada la problemática del impacto del transporte en la HC, este trabajo tiene como objetivo estimar el cambio de la HC utilizando diferentes alternativas de transporte desde la zona productora. Se evaluó el impacto de 7 alternativas de movimiento de carga, camión semirremolque, bitren para dos contenedores y tren. Para las tres alternativas se evaluó el impacto del movimiento del contenedor ida y vuelta a la fábrica o el llenado del contenedor en puerto evitando movimientos extras del contenedor. Finalmente se agregó una última alternativa que es el llenado del contenedor en punta de estación ferroviaria en Posadas.

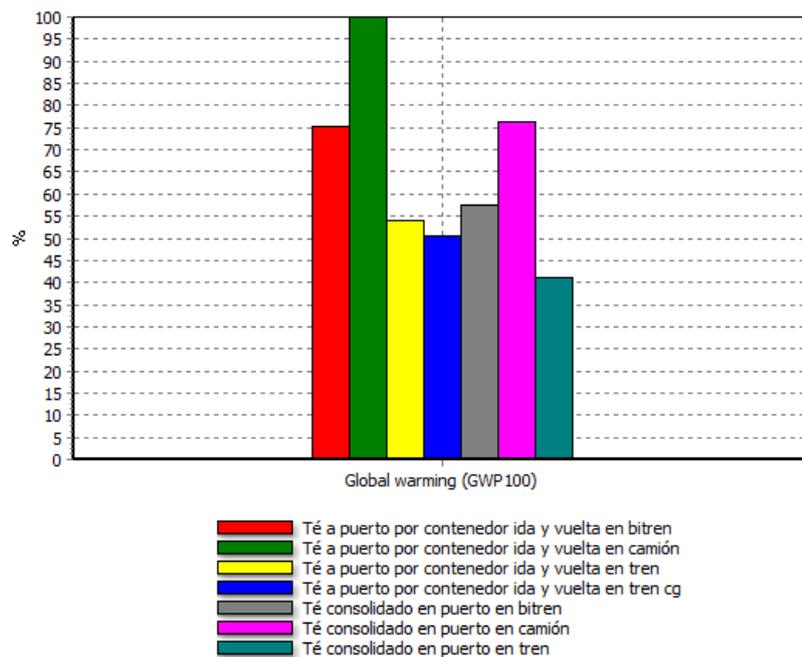
Para la comparación se definió como unidad funcional 1 tonelada de té seco embalada en pallet para exportación puesto en puerto. Los datos se obtuvieron de diferentes fuentes sobre la base de la estimación de la HC en té presentada en el encuentro 2015 del ENARCIV. Para el caso del uso de camiones semirremolques se ajustó un perfil de Simapro 8 (Pre-Consultants®) modificando el consumo de combustible por km y la carga media del transporte en base a datos de 3 empresas transportistas de la zona. En el caso del tren se adaptó un perfil de la base de



datos y se adaptó en función de los datos del trabajo de Golato y Cárdenas (2012). En el caso del bitrén, se consideraron datos tomados de la revista Concepto Logístico (2012). Para los cálculos se seleccionó el método CML 2 baseline 2000, contenida en la base de datos Ecoinvent 3 [www.ecoinvent.org] para el Potencial de Calentamiento Global a 100 años (PCG100, kg CO₂ equiv.).

Los resultados arrojados por todos los diferentes modos de transporte indican que el impacto que tiene el transporte a puerto con la modalidad actual puede ser reducida un 59% con la modalidad por tren de menor impacto. Considerando el ciclo completo desde la producción de brote, industrialización y hasta el contenedor puesto en puerto se puede reducir la huella desde 1130 kg CO₂ eq. por t de té mediante camión a un total de 1070 kg de CO₂ eq. lo que representa más del 5% de reducción.

Figura 1. Gráfico comparativo de modos de transporte del producto final desde la industria al puerto de Bs As.



Comparando fases del producto; Método: CML 2 baseline 2000 Huella Carbono Emiliano V2.05 / the Netherlar

Si se comparan las diferentes modalidades de transporte (Figura 1) se observa que evitar el transporte del contenedor desde el puerto hasta la fábrica con un peso de 3,7 t de tara reduce el impacto un 25% generando igual impacto que la utilización del bitrén con el movimiento ida y vuelta del contenedor.



Red Argentina de Ciclo de Vida



Si se transportara el contenedor ida y vuelta en tren con una conexión por camión desde la punta de la línea férrea a la planta industrial, la reducción del impacto sería mayor a 45%.

Finalmente enviar la carga vía pallet por tren y consolidando el contenedor en el puerto logra la mayor reducción del impacto en un 60%.

Sin duda que los diferentes modos de transporte presentan diferentes desafíos y requisitos aduaneros, de control de calidad, de seguridad y de legislación que deben ser superados para implementar los modos estudiados. De igual forma estos resultados muestran los beneficios ambientales que se pueden obtener para su comparación con los costos de la implementación de los modos de transporte.

Palabras clave: Té, Huella de Carbono, Argentina, modo de transporte.



Red Argentina de Ciclo de Vida



PERFIL AMBIENTAL DEL SORGO AZUCARADO EN TUCUMÁN. PERSPECTIVAS DE SU INTEGRACIÓN CON LA CAÑA DE AZÚCAR

P. Garolera De Nucci*, J.Tonato, M. E. Iñigo Martínez, G. De Boeck, E. Romero, G. Cárdenas

EEAOC-Estación Experimental Agroindustrial Obispo Colombres. Av. William Cross 3150 (T4101XAC), Las Talitas, Tucumán, Argentina. Tel.: 381 452100.

*pgarolera@eeaoc.org.ar

Resumen

Los cultivos energéticos están despertando mayor interés durante los últimos años debido al uso de los mismos en la producción de biocombustibles para la sustitución de combustibles fósiles y la potencial reducción de emisiones de CO₂ a la atmósfera. Entre los biocombustibles líquidos que han adquirido importancia a nivel global, con una particular participación en el sector del transporte, se encuentra el bioetanol, que es capaz de reducir la emisión de gases de efecto invernadero, mejorar la calidad del aire y competir en precio con las energías convencionales (Cárdenas et al., 2007).

En Tucumán, el bioetanol se produce a partir de la caña de azúcar, como co-producto del azúcar, en ingenios azucareros que utilizan mieles del proceso de fabricación de azúcar como materia prima.

Otro cultivo energético, de alta eficiencia fotosintética y productividad, y viable de ser producido en Tucumán, es el sorgo azucarado (*Sorghum bicolor (L.) Moench*). Es considerado como uno de los cultivos aptos para integrarse a la actividad agroindustrial azucarera del Noroeste Argentino (NOA), utilizándolo como cultivo de rotación de la soja y especialmente en áreas cañeras con limitaciones. Posee un gran potencial para la producción de bioetanol debido a su elevado contenido en azúcares fermentescibles en el jugo de sus tallos, al igual que la caña de azúcar. También, puede suministrar bagazo y residuos de cosecha como subproductos fibrosos, útiles para su empleo directo como biocombustible sólido especialmente para la cogeneración de electricidad. Además, resulta atractivo dado que la estructura de ingenios y destilerías es la misma que la empleada para procesar la caña de azúcar, permitiendo de esta manera disminuir los costos fijos de las industrias. También generaría un mayor abastecimiento de materia prima en las destilerías de bioetanol preexistentes, sobre todo en los meses previos al inicio de la zafra azucarera, reduciendo el uso de combustibles no renovables derivados



del petróleo que constituyen el 90% de la matriz energética de nuestro país (Romero et al. 2012).

Por ello, el sorgo azucarado puede cumplir un papel importante complementando el aprovechamiento agro-energético de la caña de azúcar, cadena agroindustrial ya establecida en el NOA.

El objetivo del presente estudio fue estimar el perfil ambiental de la producción de sorgo dulce en la provincia de Tucumán empleando como herramienta el Análisis de Ciclo de Vida (LCA). Además, se plantean los avances en la producción de bioetanol de sorgo para la generación de un inventario de ciclo de vida (ICV). Dicho estudio se enmarca dentro del “Proyecto Biosorgo: producción comercial de bioetanol y bioelectricidad a partir de sorgo azucarado, cultivo energético complementario de la caña de azúcar” de la Estación Experimental Agroindustrial Obispo Colombres (EEAOC).

El alcance del estudio considera sólo la etapa agrícola de producción de sorgo azucarado. Para el análisis se seleccionó un productor de la localidad de Graneros en el sudeste de Tucumán. El sistema de manejo agronómico planteado comprende las labores de siembra directa, aplicación de herbicidas pre y post emergentes, así como el control de plagas correspondiente (insecticidas). Se consideró para la cosecha, una cosechadora mecánica integral de caña de azúcar y el equipamiento necesario para el apoyo de estas tareas. Se tuvo en cuenta el consumo de combustible para dichas tareas considerando un ciclo del cultivo estival de 120 días y un rendimiento de biomasa estimado en 34,5 t sorgo/ha (tallos molibles).

En la fase de inventario se priorizaron los datos primarios aportados por las experiencias realizadas en el campo durante el año 2015. La información se completó con datos secundarios de diversas fuentes (entrevistas con expertos y publicaciones especializadas) y bases de datos internacionales como Ecoinvent v3 (Swiss Centre for Life Cycle Inventories, 2015).

Se trabajó con una herramienta informática de soporte SimaPro® v8.1.1.16 (PRÉConsultants, 2015), usando como método de evaluación de impacto el modelo ReCiPeMidpoint V1.12 (Goedkoop et al., 2008).

Del análisis realizado se obtuvo el perfil ambiental del sorgo sacarífero constituido por once categorías de impacto. Los resultados mostraron que la mayor contribución al impacto ambiental fue debida a la producción de diesel y glifosato. Por otro lado, en la categoría cambio climático, los valores negativos representaron un impacto ambiental



“positivo” debido a la absorción de CO₂ por la actividad fotosintética durante el crecimiento del sorgo.

A partir de este análisis surge la necesidad de realizar estudios de análisis de ciclo de vida de la producción de bioetanol de sorgo, y evaluar de esta manera la sustentabilidad de los biocombustibles.

Durante el año en curso se realizó la molienda del sorgo cosechado utilizando las instalaciones de un ingenio azucarero con el fin de obtener el bioetanol deseado. Las etapas de producción comprendieron la molienda del sorgo, el tratamiento de clarificación del jugo mediante calentamiento, agregado de cal y floculantes y concentración de una parte del jugo clarificado en cajas evaporadoras, hasta lograr un melado de 65 °Brix. La materia prima para la obtención del bioetanol fue una mezcla de jugo de sorgo clarificado y melado de sorgo. El bagazo, residuo fibroso de la molienda, se quemó en calderas para generación de energía térmica y eléctrica para autoabastecimiento del ingenio. La producción de bioetanol comprendió las etapas de fermentación, destilación y deshidratación, empleando resinas de intercambio iónico como agente deshidratante. La vinaza, residuo de este proceso productivo, se concentró hasta 35 °Brix y luego se dispuso en el campo como fuente de nutrientes y mejorador de las condiciones del suelo.

De esta manera se obtuvieron datos para la confección preliminar de un inventario de ciclo de vida y la planificación de medición de emisiones en una próxima molienda.

Estas iniciativas de investigación servirán al sector productivo tucumano para diversificarse y concretar objetivos claros para obtener una mejor disponibilidad de energía renovable.

Referencias

1. Cárdenas, G. J.; O. Diez y E. Quaia. 2007. Bioetanol: un combustible con posibilidades productivas en Tucumán. *Avance Agroind.* 28 (1): 9-11.
2. Romero E. R.; Cárdenas G. J.; Ruiz M.; Casen S.; Fernández González P.; Sánchez Ducca A.; Zossi B. S.; De Boeck G.; Gusils C.; Tonatto J.; Medina M.; Roque Caro; Scandaliaris J., 2012. Integración del sorgo azucarado a la cadena de aprovechamiento bioenergético de la caña de azúcar en Tucumán, R. Argentina. *Avance Agroindustrial* 33 (1).
3. Goedkoop M.J.; Heijungs R.; Huijbregts M.; De Schryver A.; Struijs J.; Van Zelm R.; ReCiPe 2008, A life cycle impact assessment method which comprises harmonised category indicators at the midpoint and the endpoint level; First edition Report I: Characterisation; 6 January 2009, <http://www.lcia-recipe.net>



Red Argentina de Ciclo de Vida



-
4. PRÉConsultants. SimaPro® v8. Disponible en www.pre-sustainability.com/simapro-lca-software
 5. Swiss Centre for Life Cycle Inventories. 2015. EcoInvent Database v3.1, Dübendorf, Switzerland. Disponible en: www.ecoinvent.org



LOS BIOCOMBUSTIBLES A BASE DE VEGETACIÓN XERÓFILA Y LA SUSTENTABILIDAD EN ZONAS ÁRIDAS. HUELLA AMBIENTAL DEL BIODIÉSEL DE CÁRTAMO EN EL NOROESTE ARGENTINO

Roxana PIASTRELLINI^{1*}, Alejandro Pablo ARENA¹, Bárbara CIVIT²

^{1*} CLIOPE, Universidad Tecnológica Nacional, Facultad Regional Mendoza – CONICET. Cnel. Rodríguez 273 (5500), Mendoza, Argentina, tel.: ++54-261-5244693, roxana.ppp@gmail.com

² INAHE-CONICET, Av. Ruiz Leal s/n, Pque. Gral. San Martín (5500), Mendoza

Resumen

La necesidad de producir biomasa mediante sistemas de bajos insumos sumado a la disponibilidad de tierras marginales de escaso aprovechamiento agrícola, ha despertado gran interés en el estudio de la vegetación xerófila como materia prima para producir biocombustibles en regiones áridas y semiáridas. Se han logrado importantes avances en cuanto al manejo agrícola y las tecnologías de transformación de la biomasa en energía. No obstante, se registran escasos antecedentes que analicen los impactos ambientales en todas las etapas del ciclo de vida de la producción de estos biocombustibles en tierras secas.

En este trabajo se evalúa la huella ambiental de la producción de biodiésel de cártamo (*Carthamus trincorius*) en la región árida del noroeste argentino (NOA). Los límites del sistema comprenden la producción y el acondicionamiento de la biomasa (etapa agrícola) y la elaboración del biocombustible (etapa industrial). La unidad funcional definida es *1 MJ de energía*. El rendimiento considerado en la etapa agrícola es 618 kg de biomasa por ha [1], mientras que los rendimientos de la etapa industrial son 370 kg de aceite refinado/t semilla y 330,3 kg de biodiésel/t semilla. Se considera como co-producto a la harina de cártamo obtenida durante la extracción del aceite. Se realiza un análisis energético mediante el indicador Tasa de retorno de energía (TRE) [2], y se evalúan las categorías Calentamiento global (PCG) y Escasez de agua (EH) en base a las recomendaciones del *Intergovernmental Panel on Climate Change* [3] y de la *Water Footprint Network* [4], respectivamente. Además, se evalúan las categorías de impacto Eutrofización terrestre (ET), Eutrofización acuática por N (EA-N) y P (EA-P), Ecotoxicidad al agua crónica (Eca-cr) y aguda (Eca-a), y Recursos (Re) utilizando los indicadores propuestos en el método EDIP-2003 [5].



Los resultados muestran que la energía contenida en el biodiésel de cártamo supera ampliamente a la energía requerida para obtener el biocombustible (TRE: 2,33), y que la reducción de emisiones GEI con respecto al diésel fósil supera el 45% (0,0459 kg CO₂e/MJ). Esto evidencia el buen comportamiento ambiental del biodiésel de cártamo producido en regiones áridas de Argentina frente al combustible fósil que sustituye. Sin embargo, los bajos niveles de productividad en biomasa determinan que la Huella ambiental del biodiésel obtenido a partir de semilla de cártamo en la región árida del NOA sea considerablemente superior a la de los biocombustibles convencionales producidos en las regiones húmedas del país, tales como el biodiésel de soja producido en la región Pampeana (Fig. 1).

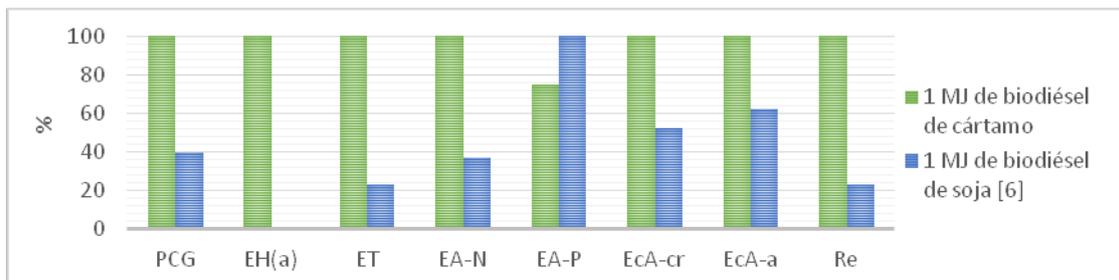


Figura 1: Comparación entre la Huella ambiental del biodiésel de cártamo producido en una región árida (NOA) y del biodiésel de soja producido en una región húmeda de la Argentina (región Pampeana).

- [1] SIIA-Sistema integrado de información agropecuaria. 2016. Estimaciones agrícolas. Disponible online: http://www.siaa.gov.ar/_informes//Estimaciones_Agricolas
- [2] Murphy, D.J.; Hall, C.A. 2010. Year in review—EROI or energy return on (energy) invested. *Annals of the New York Academy of Sciences*, 1185, 102-118.
- [3] IPCC-Intergovernmental Panel on Climate Change. 2007. *Climate change 2007: the physical science basis. Contribution of Working Group I to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. Cambridge, Reino Unido.
- [4] Hoekstra, A. Y., Mekonnen, M. M., Chapagain, A. K., Mathews, R. E., & Richter, B. D. (2012). Global monthly water scarcity: blue water footprints versus blue water availability. *PLoS One*, 7(2), e32688.
- [5] M. Hauschild and Potting, J., 2003. Spatial differentiation in Life Cycle impact assessment - The EDIP2003 methodology. Institute for Product Development Technical University of Denmark.
- [6] Piastrellini, R. 2015. Aportes a la determinación de la Huella ambiental de biocombustibles en Argentina. Influencia de los sistemas de manejo de cultivos sobre el impacto del consumo de agua, el uso del suelo y de las emisiones de gases de efecto invernadero para el biodiésel de soja. Tesis Doctoral, Universidad Tecnológica Nacional, Mendoza, Argentina.

Palabras clave: bioenergía, tierras secas, desempeño energético, impactos ambientales.



ESTUDIO DE HUELLAS AMBIENTALES EN UNA EMPRESA CITRÍCOLA DE TUCUMÁN

Andrea NISHIHARA HUN^{1*}, Martín ALONSO², Lorena CHIRIVELLA MÉNDEZ², Jonathan WHEELER¹, Fernando D. MELE¹

^{1*} FACET-Universidad Nacional de Tucumán, Av. Independencia 1800, (T4002BLR) San Miguel de Tucumán, Argentina. anishihara@herrera.unt.edu.ar

² S. A. San Miguel, Lavalle 4001, (T4000BAC) San Miguel de Tucumán.

Resumen

La industria citrícola es una de las actividades económicas más importantes de la provincia de Tucumán y el limón (*Citrus x limon*) ha sido seleccionado como uno de los cinco productos agroexportables prioritarios de la Argentina (MAGyP, 2013). San Miguel S.A. es una de las principales empresas productoras de limones y productos derivados de Tucumán, que opera en desde hace más de 60 años. Cuenta con 18 fincas de limones (5600 ha) con una capacidad de producción de 300.000 t, de las cuales 90.000 t se exportan. En el presente trabajo se muestran los resultados obtenidos por el Área de Sustentabilidad de la empresa citrícola y el grupo de Ingeniería de Procesos Industriales (IPA-UNT) de la Facultad de Ciencias Exactas y Tecnología (Universidad Nacional de Tucumán): huella de carbono e hídrica de los productos y huella de carbono corporativa.

El limón se cultiva en fincas de la empresa y de terceros. Luego de la cosecha, se transporta para su selección a un establecimiento ubicado en Famaillá (Tucumán) donde se deriva parte del limón para su acondicionamiento y expedición como fruta fresca en las instalaciones de San Miguel de Tucumán. Otra parte se envía para su procesamiento en la planta de Famaillá en la que se produce jugos concentrados, aceite esencial y cáscara deshidratada. En el estudio se trabajó con datos de la campaña productiva 2013.

Huella de carbono de los productos (HCp)

Los productos considerados en este estudio son los cinco principales productos de la empresa: limón (fruta fresca), aceite esencial, jugo concentrado claro, jugo concentrado turbio y cáscara deshidratada. Se siguió la metodología ISO 14040 y 14043 (ISO 2010) con los factores de caracterización a 100 años del IPCC (2013).

El sistema total se dividió en dos sub-sistemas: Campo (tareas agrícolas asociadas a la producción del limón) e Industria (tareas relacionadas a las labores en el *packing* de fruta y en la fábrica, incluyendo la planta de tratamiento de efluentes). Los resultados se muestran en la Figura 1. Según los resultados obtenidos, los puntos determinantes del valor de la HCp son el uso de fertilizantes nitrogenados, el uso de gas natural y el consumo de electricidad.



Huella de carbono corporativa (HCc)

Se siguió la metodología *GHG Protocol* (2005) con los factores de caracterización a 100 años del IPCC (2013). Se trabajó teniendo en cuenta los 3 alcances:

- *Alcance 1*: emisiones directas desde fuentes propias o controladas por la empresa, como por ejemplo, las derivadas de la quema de combustibles por la empresa o debidas a procesos químicos del proceso.
- *Alcance 2*: emisiones indirectas derivadas de la generación, por parte de terceros, de energía: electricidad.
- *Alcance 3*: otras emisiones indirectas que son consecuencia de las actividades de la organización que ocurren fuera de ésta y no son controladas o generadas por ella, como los viajes, la gestión y disposición de residuos y la producción de insumos.



Figura 1. Huella de carbono por producto

En esta primera estimación (Figura 2) no se ha contado con algunos datos que podrían hacer variar sensiblemente los resultados obtenidos, por lo que se considerarán en cálculos futuros: energía eléctrica y agua en las oficinas, viajes del personal, etc.

Huella hídrica de los productos (HHp)

Esta estimación se realizó por producto siguiendo las directrices de la *Water Footprint Network* (Hoekstra, 2011). Según los resultados obtenidos (Figura 3), los puntos determinantes del valor de HHp son: ajustar el sistema de riego a las necesidades y disminuir el consumo global de agua en fábrica (aplicación de recirculaciones y reutilizaciones).

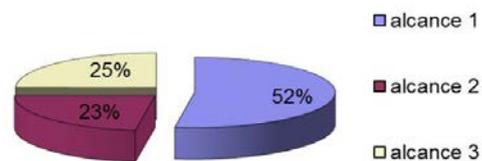


Figura 2. Distribución por alcance de la huella de carbono de la empresa



A lo largo de la experiencia de cálculo surge que los siguientes puntos mejorarán la calidad de la estimación de las huellas, extensible a todas aquellas empresas que deseen hacer sus estimaciones:

- Disponibilidad de datos de entrada/salida, incluso de los residuos, descartes y efluentes.
- Detalle de los consumos/emisiones por línea de productos para evitar suposiciones de asignación de impactos basadas en una “caja negra”.
- Adoptar como medida concreta la construcción de una base de datos para agilizar la recolección de la información para el cálculo de las huellas de carbono e hídrica.



Figura 3. Huella hídrica por producto

Palabras clave: huella de carbono, huella de carbono corporativa, huella hídrica, limón

Referencias:

[GHG Protocol 2005] Protocolo de Gases Efecto Invernadero. Estándar corporativo de contabilidad y reporte. World Business Council for Sustainable Development (WBCSD) y World Resources Institute (WRI), México, 2005.

[Hoekstra, 2011] Hoekstra AY, Chapagain AK, Aldaya MM, Mekonnen MM. The water footprint assessment manual: setting the global standard, 2011, Earthscan, Londres.

[IPCC 2013] Climate Change 2013: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [Stocker, Qin, Plattner, Tignor y otros

(eds.)]. Cambridge Univ. Press, Cambridge.

[ISO 2010] Environmental management - Life cycle assessment: Principles and framework (ISO 14040: 2006); Requirements and guidelines (ISO 14044: 2006).

[MAGyP 2013] Basso LR [et.al.]. Agricultura inteligente: la iniciativa de la Argentina para la sustentabilidad en la producción de alimentos y energía, Bs. As.: Ministerio de Agricultura, Ganadería y Pesca de la Nación, 2013. 124 p.



EVALUACIÓN DEL POTENCIAL DE CALENTAMIENTO GLOBAL DE LA PRODUCCIÓN DE ELECTRICIDAD (VÍA GASIFICACIÓN) A PARTIR DE *SPARTINA ARGENTINENSIS*

Emiliano JOZAMI^{1;2*}, Roxana PIASTRELLINI³, Leila SCHEIN^{4;5}, Bárbara CIVIT^{3;5}, Susana R. FELDMAN^{1;2;6}

¹Fac. Cs. Agr., UNR, Parque Villarino, Zavalla (S2125ZAA), 0341-4970080, ejozami@unr.edu.ar

²CIUNR, Sede de gobierno, Maipú 1065, Rosario (2000), 0341-4201200

³CLIOPE, UTN, FRM - CONICET, Cnel. Rodríguez 273, Mendoza (5500), 0261-5244693

⁴Dpto. Cs. Básicas. Universidad Nacional de Luján, Ruta Nacional 5 y 7, Luján BsAs (6700)

⁵INAHE-CONICET, Av. Ruiz Leal s/n, Pque. Gral. San Martín, Mendoza (5500), 0261-5244310

⁶IICAR (Inst.UNR-CONICET).

Amplias superficies de pastizales naturales están sujetas a quemas frecuentes como práctica de manejo habitual para mejorar la calidad del forraje producto del rebrote. Estas quemas prescriptas provocan emisiones masivas de carbono a la atmósfera, sin aprovechamiento energético alguno. Se estima que anualmente se queman unas 2 millones de ha en la región Chaco Húmedo, buena parte de las cuales son espartillares de *Spartina argentinensis*, una gramínea de baja calidad forrajera, con elevadas tasas de crecimiento post-disturbio (Feldman *et al.*, 2004), incluso bajo las condiciones severas de salinidad, sequía e inundaciones. Actualmente, la principal actividad de estos pastizales es una ganadería de muy baja productividad (aproximadamente 40 kg de carne ha⁻¹ año⁻¹). Es por ello que se propone como alternativa el uso de la biomasa en pie (*circa* 6-7 Mg de materia seca (MS) ha⁻¹) como materia prima para obtener bioenergía aprovechando el rebrote como forraje. Dentro de los posibles aprovechamientos bioenergéticos, se destaca la gasificación, un proceso termoquímico donde se produce una combustión incompleta (a través del suministro controlado de oxígeno) del cual se obtiene “gas pobre” o “syngas”, el cual puede ser utilizado para transformar la energía química de la biomasa en energía eléctrica y térmica.

El propósito de este trabajo fue evaluar los impactos ambientales para la categoría “cambio climático” (CC) de la producción de electricidad por combustión del syngas obtenido de la gasificación del espartillo y compararlos con la producción actual de electricidad en la Argentina. Se trabajó con el software SimaPro (Pre-Consultants®) para modelar un sistema que comprende los procesos que se observan en la figura 1 donde se consideró al MWh eléctrico como la unidad funcional. Se estimó una cosecha de 6 t de MS ha⁻¹, que se enrolla a campo y se traslada 30 km. En esta etapa se referencian todas las entradas y salidas a una t de materia seca. El flujo de referencia de esta etapa es 0,69 t debido a que a partir de la misma se puede obtener 1 MWh eléctrico. En la etapa agrícola se consideraron los consumos de diésel mientras que en la etapa industrial se consideraron los de electricidad. Se evaluaron dos escenarios: i) con y ii) sin

secado de los rollos. Se consideraron rollos de 15% y 38% de humedad para el escenario i y ii, respectivamente. Las emisiones de CO₂eq asociadas a la producción de 1 MWh eléctrico de ambos escenarios se contrastaron con las de 1 MWh eléctrico del mix argentino (Blonk Agri-footprint BV, 2014a, 2014b). La metodología utilizada para el cálculo del impacto fue ReCiPe a nivel de Midpoint (Goedkoop *et al.*, 2009).

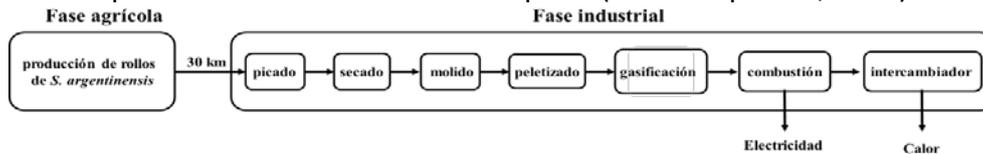


Figura 1: Diagrama de procesos de la obtención de energía a partir de *Spartina argentinensis*

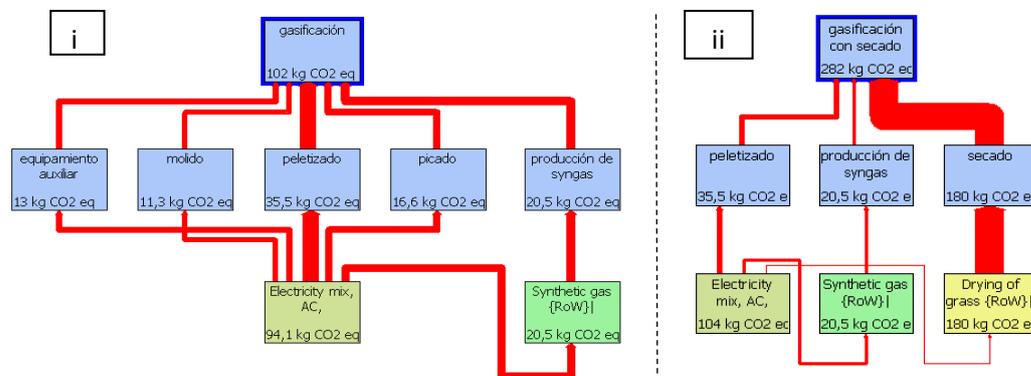


Figura 2: Diagrama de redes de los dos escenarios analizados mostrando los procesos principales

Por cada MWh se obtuvieron 102, 282 y 675 kg de CO₂eq para el escenario i, ii y para el mix argentino, respectivamente. Esto implica una reducción de emisiones del 85% y del 58% para el escenario i y ii respectivamente con respecto al escenario actual de producción de electricidad en la Argentina. A su vez se destaca la importancia de secar a campo la biomasa con energía solar que no tiene impactos asociados evitando los que se originan si se seca en la etapa industrial con uso de energía eléctrica. Es necesario destacar que la consideración del calor generado durante el proceso como "energía aprovechable" podría mejorar los resultados de impacto del producto estudiado. El aprovechamiento energético de esta especie puede contribuir a aumentar la disponibilidad de energías renovables, dando valor a un recurso que actualmente se quema. Se espera que el resultado favorable encontrado en la categoría de impacto CC se replique en otras categorías de impacto a analizar en próximos estudios.

Blonk Agri-footprint BV. 2014a. Agri-Footprint - Part 1 - Methodology and basic principles - Version 1.0. .

Blonk Agri-footprint BV. 2014b. Agri-Footprint - Part 2 - Description of data - Version 1.0. Gouda, the Netherlands. .

Feldman SR, Bisaro V, Lewis J. 2004. Photosynthetic and growth responses to fire of the subtropical-temperate grass, *Spartina argentinensis* Parodi. Flora 199(6).

Goedkoop M, Heijungs R, Huijbregts M, Schryver A De, Struijs J, Zelm R Van. 2009. ReCiPe 2008, A life cycle impact assessment method which comprises harmonised category indicators at the midpoint and the endpoint level, 1st ed. 1–44.



Red Argentina de Ciclo de Vida



Eje temático: Huella hídrica



HUELLA HÍDRICA DE LA PRODUCCIÓN DE ALGODÓN EN LA ARGENTINA

Alicia ANSCHAU^{1*}, Rodolfo BONGIOVANNI^{2,3}

¹ Instituto Nacional de Tecnología Industrial. Instituto de Clima y Agua, Centro de Investigaciones en Recursos Naturales, Av. Repetto y Las Cabañas. Castelar. Buenos Aires
anschau.alicia@inta.gob.ar

^{2,3} Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria, Ruta 9 km 636, X5988AAB Manfredi - Universidad Católica de Córdoba, Av. Armada Argentina 3555. X5016DHK Córdoba

Resumen

Este trabajo se realizó en el marco del proyecto "Optimización del ciclo de vida de los cultivos industriales" del Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA), Programa Nacional de Cultivos Industriales, y tuvo como objetivo cuantificar la huella hídrica del cultivo de algodón para la producción de fibra, considerando los diferentes planteos productivos que se desarrollan en diferentes regiones del país. Para ello se tomaron en cuenta las características climáticas, edáficas y agronómicas de las distintas regiones, así como distintas alternativas de manejo agronómico del cultivo.

La tabla a continuación describe los distintos planteos técnicos considerados en diferentes regiones de Argentina, su participación en el total nacional y su rendimiento. Los rendimientos fueron informados por INTA para cada uno de los planteos técnicos, mientras que los porcentajes de participación de cada uno de ellos fueron obtenidos a partir de datos del SIAA (Sistema Integrado de Información Agropecuaria del Ministerio de Agroindustria).

| Zona | Riego | Siembra | Cosecha | Participación | Rend.(kg/ha) |
|----------------|-------|--------------|----------|---------------|--------------|
| Centro-Norte | Si | Directa | Picker | 3,74% | 2.800 |
| Centro-Norte | No | Directa | Picker | 27,21% | 2.500 |
| Noreste y Este | No | Directa | Stripper | 37,86% | 2.200 |
| Noreste y Este | No | Convencional | Stripper | 8,11% | 1.800 |
| Noreste y Este | No | Convencional | Picker | 8,11% | 1.500 |
| Centro-Norte | Si | Convencional | Picker | 14,96% | 3.250 |

1. Planteos técnicos de producción de algodón (campaña 2014/15).

La zona Centro-Norte comprende las provincias de Santiago del Estero, Córdoba, San Luis y Salta, y para su análisis se tomó como referencia la estación meteorológica ubicada en la EEA Santiago del Estero. La zona Noreste abarca las provincias de Formosa, Chaco y Corrientes, y para el análisis se consideraron los datos climáticos de la estación meteorológica ubicada en la EEA Presidencia Roque Sáenz Peña. Finalmente, la zona Este comprende las provincias de Santa Fe y Entre Ríos, y los datos climáticos que se han utilizado se obtuvieron de la EEA Reconquista.



Para el cálculo de Huella hídrica se siguió la metodología propuesta por la Water Footprint Network. Los datos agroclimáticos fueron tomados de la base de datos Climwat de FAO y de las estaciones agrometeorológicas ubicadas en las EEAs de INTA. Los datos relacionados a las características del cultivo, tales como fecha de siembra, duración de las etapas de crecimiento, coeficiente del cultivo (K_c), factor de respuesta de la productividad (K_y), profundidad radicular, altura máxima y fracción de agotamiento crítico (p) fueron tomados de Allen, y modificados en base a la comunicación personal con especialistas en ecofisiología, fenología y edafología de INTA.

Las Huellas Hídricas Verde (HHV) y Azul (HHA) se obtuvieron mediante el cálculo de la Evapotranspiración del Cultivo en cada zona y la sumatoria diaria de precipitación efectiva durante el período completo de crecimiento, utilizando el software Cropwat 8.0 y siguiendo el protocolo de Evapotranspiración de Cultivos: Guías para la determinación de los requerimientos de agua de los cultivos, de Allen y el Manual de Cropwat 8.0.

De esta manera se obtuvieron los siguientes resultados:

El algodón producido en la zona Noreste, presenta una HHV de $2500 \text{ m}^3/\text{t}$ en el caso de realizarse bajo siembra directa y cosecha stripper (a), $3055 \text{ m}^3/\text{t}$ al realizar siembra convencional y cosecha stripper (b), y finalmente $3666 \text{ m}^3/\text{t}$ si la siembra es directa y la cosecha de tipo picker (c).

En la zona Este, bajo un sistema productivo que contemple siembra directa y cosecha stripper (d), la HHV es de $2766 \text{ m}^3/\text{t}$, en el caso de siembra convencional y cosecha stripper (e) es de $3380 \text{ m}^3/\text{t}$ y en el caso de siembra convencional y cosecha picker (f) es de $4057 \text{ m}^3/\text{t}$.

Tanto para la zona Noreste como para la zona Este se consideró que la producción se realiza íntegramente a secano, aunque al realizar los cálculos de Requerimientos de Agua del Cultivo, se evidencia que el cultivo se estaría realizando en condiciones de déficit hídrico.

En el caso del algodón producido en la zona Centro-Norte (única en la que el cultivo se desarrolla bajo riego), presenta una Huella Hídrica total de $3453 \text{ m}^3/\text{t}$, correspondiendo $1504 \text{ m}^3/\text{t}$ a la HHV y $1949 \text{ m}^3/\text{t}$ a la HHA, al realizarse bajo siembra directa y cosecha picker (g). En el caso de tratarse de un cultivo realizado bajo siembra convencional y cosecha picker (h), el total de la HH es de $2975 \text{ m}^3/\text{t}$ ($1296 \text{ m}^3/\text{t}$ HHV y $1679 \text{ m}^3/\text{t}$ HHA). En el área de producción de secano en esta misma zona (i), la HHV es de $1685 \text{ m}^3/\text{t}$.

Considerando la participación de cada uno de los planteos en la producción total de algodón en el país, se puede determinar un valor promedio de $2603 \text{ m}^3/\text{t}$, correspondiendo a la HHV $2279 \text{ m}^3/\text{t}$ y a la HHA $324 \text{ m}^3/\text{t}$.

En el gráfico a continuación se evidencia que en las zonas de producción a secano, el planteo productivo que considera siembra convencional y cosecha picker es el menos eficiente en términos hídricos, mientras que la siembra directa y cosecha stripper implicaría una menor HHV. De todos modos, es importante destacar, que en el análisis hasta aquí presentado no se han



calculado los volúmenes de Huella Hídrica Gris (HHG) para los distintos planteos. Este análisis aportará una información muy valiosa para poder tomar decisiones acerca de la conveniencia de un sistema sobre otro, especialmente en aquellos planteos que supongan una mayor carga de aplicación de agroquímicos.

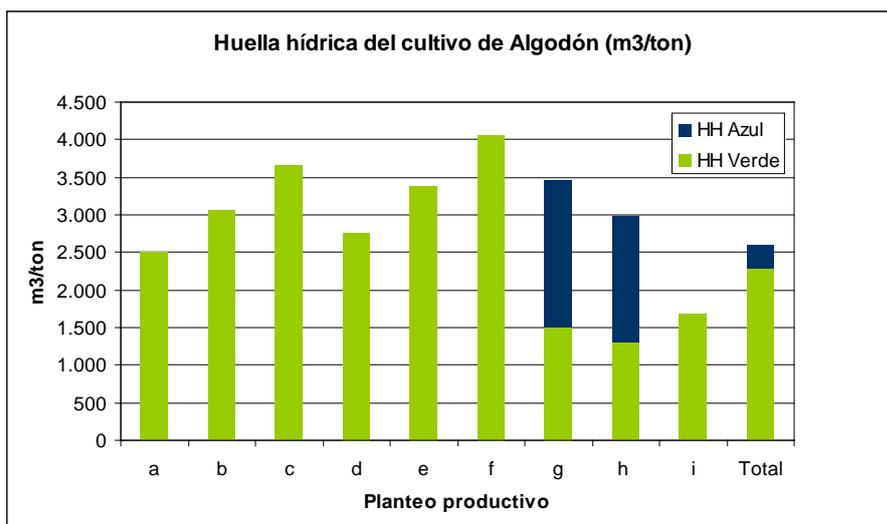


Gráfico 1. Huella hídrica verde y azul de la producción de algodón bajo diferentes planteos técnicos en la Argentina.

Al comparar estos resultados con los publicados por la *Water Footprint Network*, en su reporte N° 47: *The green, blue and grey water footprint of crops and derived crop products* (Mekonnen et al, 2010) se evidencian diferencias notables, ya que según este reporte, el valor promedio de HH del cultivo de algodón en Argentina es de 5888 m³/t (HHV: 5744 m³/t + HHA: 96 m³/t + HHG: 48 m³/t). Este reporte ha sido elaborado para todo el mundo considerando datos globales y sin tener en cuenta los planteos productivos presentes en cada región. He aquí la importancia de realizar este tipo de estudios de manera local, con datos precisos y fiables. De todos modos, en el presente trabajo queda pendiente la presentación de los resultados de la evaluación de la HH Gris para las distintas alternativas de gestión, actualmente en revisión.

Palabras Clave: Algodón, producción primaria, huella hídrica



INVERSIONES EN TIERRAS COMO MECANISMO DE APROPIACIÓN DE AGUA EN LA REGIÓN DEL CHACO SALTEÑO

Ariela Griselda Judith SALAS BARBOZA^{1*}, José Luis AGÜERO², Cristian VENENCIA^{1,3},
Manuel MÜLLER¹, Lucas SEGHEZZO¹

¹ Instituto de Investigaciones en Energía No Convencional (INENCO, UNSa-CONICET), Avda. Bolivia 5150, A4408FVY Salta, Argentina. Tel. +54-387-4255516;
*griselda.salasbarboza@gmail.com

² Universidad Nacional de Salta, Facultad de Ciencias Naturales, Avda. Bolivia 5150, A4408FVY Salta, Argentina.

³ Punto Focal América Latina de la Iniciativa Land Matrix – INENCO Avda. Bolivia 5150, A4408FVY Salta, Argentina. Tel. +54-387-4255516.

En los últimos años se ha observado un incremento sostenido de operaciones comerciales de tierras a gran escala por parte de actores económicos nacionales y transnacionales. El término de mayor difusión para denominar este fenómeno es el de “acaparamiento de tierras” (*land grabbing*). Esta tendencia coincide con la confluencia de varias crisis globales que ha desembocado en una revalorización de la tierra y ha llevado a adquirir vastas extensiones de territorio con fines agropecuarios, de conservación o incluso de especulación financiera.

En la Argentina la consolidación de un modelo de desarrollo productivista y agroexportador implicó el avance sobre nuevos territorios y la apropiación de grandes extensiones de tierras para cultivos. Estos procesos han sido importantes en la provincia de Salta, en áreas que corresponden a la región del bosque seco del Chaco salteño, donde la expansión de la “frontera” agropecuaria se tradujo en más de 1.800.000 hectáreas desmontadas y en la concentración de vastas extensiones del territorio por un menor número de actores.

El avance sobre nuevos territorios implica el control sobre la tierra y sobre el resto de los recursos asociados a ella. La adquisición de grandes extensiones de tierras constituye una forma de apropiación de los recursos de agua, incluyendo tanto el agua de lluvia como el agua de riego y se manifiesta principalmente en tierras destinadas a la actividad agrícola debido a que constituye la actividad de mayor consumo de agua. Este trabajo pretende hacer visible la vinculación existente entre la apropiación de agua y las grandes transacciones de tierras en la región del Chaco salteño.

Se utilizaron los conceptos de agua virtual y huella del agua como indicadores de la apropiación humana del recurso hídrico. Los datos de campo para identificar los casos



se obtuvieron de la base de datos global Land Matrix* la cual constituye una iniciativa para la sistematización de las transacciones globales de tierras en una base de datos en línea. Las transacciones que se incluyen son compras, ventas, concesiones, arriendos o adjudicaciones de otro tipo realizadas a partir del año 2000, bajo distintos niveles de negociación, deben abarcar más de 200 hectáreas y generar un cambio en el uso del suelo. Solo se tuvieron en cuenta las transacciones que tenían como finalidad la actividad agrícola. Se complementó la información mediante la revisión de datos catastrales, fuentes periódicas, inmobiliarias rurales y empleo de imágenes satelitales y herramientas de Sistema de Información Geográfica (SIG). Se realizaron estimaciones de los flujos de agua virtual vinculados a las grandes adquisiciones de tierras lo que permitió visibilizar el comercio de agua que permanece oculto detrás de la circulación de productos agrícolas.

Se identificaron 230 casos de grandes transacciones de tierras en la región, lo cual corresponde aproximadamente al 21% de la superficie total del área de estudio, equivalente a 1,4 veces la extensión de Jamaica. Los principales cultivos identificados fueron soja, maíz y poroto. El cultivo de soja representó más del 40% del área total asociada a las grandes transacciones de tierras. La huella hídrica total correspondiente a los tres principales cultivos se estimó en 843 Hm³ (casi el 50% aportado por soja). La estimación de la huella hídrica permitió visibilizar y cuantificar el impacto del sector agrícola sobre el agua que se encuentra en el suelo, disponible tanto para los sistemas naturales como para la producción agrícola. El flujo de agua virtual asociado a la exportación de los principales cultivos identificados para el período 2014-2015 es de 456 Hm³/año. El mayor volumen de agua virtual exportada estuvo asociada al cultivo de poroto.

En la región del Chaco salteño los mecanismos de apropiación de agua no se manifiestan a través de situaciones explícitas de saqueo de los recursos hídricos, sino que se instrumentan a través de la adquisición de derechos sobre el uso de la tierra y se potencian con la legitimación de los aparentes beneficios que trae aparejada la exportación de productos agrícolas. La apropiación de agua por parte de los agronegocios constituye un elemento que podría agravar las situaciones de desigualdad en el acceso al agua ya que la misma se incorpora en un proceso de valorización a escala mundial debido a su exportación como agua virtual. El control ejercido sobre los recursos de agua tiene influencia sobre los procesos de gestión y gobernanza a nivel local y regional. De no tenerse en cuenta este aspecto en las políticas públicas, podrían generarse situaciones que atenten contra la “justicia hídrica” de la región.

* www.landmatrix.org



Red Argentina de Ciclo de Vida



PALABRAS CLAVE: adquisiciones de tierras, agronegocios, agua virtual, apropiación de agua, huella del agua



USO CONSUNTIVO DE AGUA EN LA PRODUCCIÓN PRIMARIA DE LECHE

Charlon, Verónica ^{1*}, Tieri, María Paz¹, Frank, Federico², Longo-Rodríguez, Candela¹

¹INTA EEA Rafaela. CC 22 (2300), Rafaela, Santa Fe (+54)3492-440121

²INTA EEA Anguil – La Pampa. Ruta Nacional N° 5 Km. 580 - CP6326 Anguil, La Pampa

*charlon.veronica@inta.gob.ar

Resumen

La producción animal en general, y el sector lácteo en particular, deberán enfrentar grandes desafíos en el futuro, como el aumento de la demanda mundial, las cuestiones ambientales y la adaptación al cambio climático. El agua es un recurso esencial para la lechería, y donde es necesario ampliar los conocimientos a la eficiencia de uso. El objetivo del trabajo fue estimar el consumo de agua en los tambos de distintas cuencas lecheras de la Argentina, a fin de identificar las etapas y/o procesos con mayor impacto en el uso del agua en cada región. En base a los modelos de sistemas de producción elaborados por INTA-SAGPyA (2009), actualizados con referentes técnicos regionales, se construyeron inventarios de uso de agua para los sistemas productivos lecheros de las cuencas: Santa Fe centro (SFE), Buenos Aires oeste (BA), Córdoba Villa María (CVM), Córdoba noreste (CNE), Entre Ríos centro (ER), San Luis (SL), considerando la escala de producción predominante en cada zona (Tabla 1). La unidad funcional fue un kg de leche corregida por grasa y proteína (LCGP) y el factor de asignación (FA) de la leche = $1-5,7717 \cdot R$ (siendo $R = \text{kg carne/kg leche}$), ambas referencias de FIL-IDF (2010). Conforme a la Norma ISO 14046:2014 se computaron los consumos de agua de bebida (vaca ordeño y vaca seca), del proceso (energía fósil –gas licuado, combustibles, electricidad y limpieza de equipamiento e instalaciones y rutina ordeño), del transporte de alimentos, de la aplicación de agroquímicos, expresados en volumen consumido por unidad de producto L agua/kg LCGP para cada modelo identificado.

Tabla 1. Características de los modelos estimados para cada cuenca lechera

| Características | SF | BA | CVM | CNE | ER | SL |
|-------------------------------------|---------|-----------|-----------|-----------|---------|---------|
| Nº Vaca Total(VT) ¹ | 132 | 654 | 233 | 231 | 45 | 65 |
| Superficie tambo (ha) | 120 | 590 | 228 | 244 | 57 | 119 |
| Producción individual (kgLC/VO/año) | 5.838 | 6.970 | 7.080 | 7.035 | 6.560 | 6.560 |
| Producción anual (kg LC/año) | 770.611 | 3.533.605 | 1.649.715 | 1.625.117 | 295.178 | 426.368 |
| Carga (VT/ha) | 1,42 | 1,1 | 1,29 | 1,20 | 0,96 | 0,69 |
| Pastura en la dieta (%) | 56 | 49 | 43 | 33 | 39 | 53 |
| Kg Concentrado/Vaca ordeño/día | 3.65 | 6.0 | 6.7 | 7.7 | 3.8 | 6.8 |
| Riego (ha) | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 100 |

¹Vaca Total (VT)= Vaca Ordeño (VO) + Vaca Seca (VS)

El valor de consumo de agua azul promedio fue de 5,04 L/kg LCGP, con un mínimo de 3,83 (BA) y un máximo de 6,98 (SL), con riego. Si bien las condiciones ambientales son diferentes, valores similares fueron encontrados en la bibliografía. Drastig et al. (2010) calculó un consumo de 3,6 L agua azul por kg de leche, siendo el agua de bebida animal, la variable de mayor impacto. En Brasil se determinó valores de agua azul entre 3,85 L



y 5,6 L/L leche (Palhares et al., 2015). En la Figura 1 se muestran los componentes del agua azul consumida para cada modelo productivo de cuenca. Los valores obtenidos de consumo de agua, independientemente de la cuenca lechera analizada, muestran la importancia del consumo de agua de bebida, como el componente de mayor impacto, encontrándose una participación según el modelo que varió entre 49-86%, seguido por el agua usada en el proceso, donde se destaca la gran variabilidad entre las cuencas: 13% (BA), 18% (CVM y CNE), 26% (SF), 29% (SL) y 45% (ER). El mayor impacto en estos valores se debe al consumo de agua para la rutina de ordeño y limpieza de las instalaciones, el cual depende directamente de las características de las mismas, su productividad y el manejo. En cuanto al riego, solo en cuenca SL, representó el 20% del consumo total de agua.

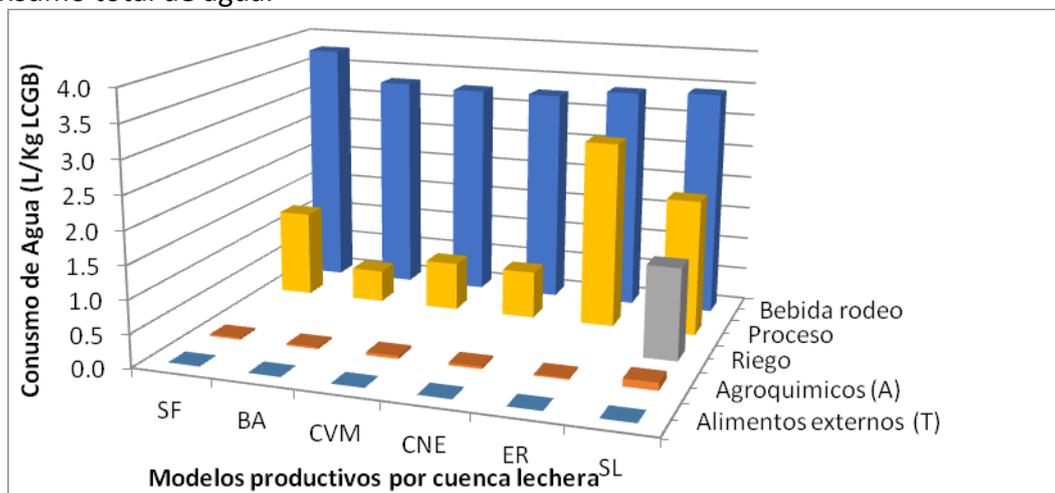


Figura 1. Consumo de agua azul en cada componente, según Cuenca lechera. A: aplicación, T: transporte

Del análisis de los resultados, se desprende que es necesario identificar para cada sistema de producción el consumo total de agua y los puntos críticos. Incorporando estrategias de manejo y producción (mejoras en eficiencia de conversión de alimentos, en la utilización de pasturas, en las instalaciones de agua, sombra, etc.), se podrá mejorar el consumo de agua dulce de los sistemas productivos lecheros y disminuir impactos ambientales negativos.

Palabras clave: agua azul, producción de leche, consumo de agua, bebida animal

Drastig, K., Prochnow, A., Kraatz, S., Klauss, H., Plochl, M. 2010. Water footprint analysis for the assessment of milk production in Brandenburg (Germany). *Adv. Geosci.* 27, 65-70.

Palhares JC, Macedo Pezzopane JR, Water footprint accounting and scarcity indicators of conventional and organic dairy production systems. *Journal of Cleaner Production* 1(1):1 · January 2015



DIRECTRICES PARA LA EVALUACIÓN DE LA HUELLA DEL AGUA PARA SISTEMAS DE PRODUCCIÓN GANADEROS (comunicación)

Verónica CHARLÓN^{1*}, Bárbara CIVIT^{2,3}

^{1*}INTA – EEA Rafaela. CC 22 (2300), Rafaela, Santa Fe. Tel: +543492440121/3

*charlon.veronica@inta.gob.ar

²INAHE CCT CONICET Mendoza Av Ruiz Leal s/n (5500) Mendoza Argentina Tel: +54 261 5244310

³ Grupo CLIOPE UTN FRM Rodríguez 273 (5500) Mendoza Argentina Tel: +54 261 5244693

bcivit@frm.utn.edu.ar

Resumen

Los sistemas de producción pecuaria están siendo objeto de atención de la comunidad científica y del público en general, por su impacto ambiental (Steinfeld et al., 2006) que incluye entre varios aspectos, la emisión de metano, la emisión de nitrógeno y fósforo vía las excretas y la degradación de los recursos naturales en algunos sitios, agua y suelo. El agua es un insumo esencial para la producción pecuaria y para las cadenas de suministro de piensos. El sector agropecuario es uno de los principales consumidores de agua y tiene asociada gran cantidad de agua directa e indirecta por unidad de producto que puede comprometer la sustentabilidad de los recursos hídricos en el sitio donde se desarrolla la actividad. En varias áreas geográficas, el agua es un recurso cada vez más escaso física y económicamente y su disponibilidad varía ampliamente. Además, otros problemas como el cambio climático y el aumento de la competencia con otros usuarios (agricultura, industria, etc.) acentúan más la escasez de agua. La relación entre el uso consuntivo del agua y el impacto en ecosistemas locales no son capturados adecuadamente en los métodos actuales que evalúan el uso del agua en los sistemas ganaderos. Es un imperativo contribuir a la intensificación sostenible de la producción ganadera y del sector agrícola en su conjunto. Una de las herramientas metodológicas que puede aportar soluciones de gestión del agua en las cadenas de suministro de la producción ganadera es la huella de agua. La *Water Footprint Network* (WFN) encabezó el desarrollo de indicadores de la huella hídrica (Hoekstra et al, 2011) para la gestión de los recursos hídricos de los sistemas productivos. Sin embargo, la comunidad científica ligada al Análisis de Ciclo de Vida (ACV), mediante el proyecto WULCA (PNUMA SETAC, 2009) ha propuesto enfoques alternativos. Se han logrado avances recientes, mediante el desarrollo de la norma ISO 14046:2014 que destaca los principios del enfoque de ciclo de la vida para el cálculo de huellas de agua de un producto.



En marzo de 2016, la *Food and Agriculture Organization* (FAO) de las Naciones Unidas, a través de la Alianza sobre Evaluación Ambiental y Desempeño Ecológico de la Ganadería (LEAP) de Dirección de Producción y Sanidad Animal, conformó un grupo experto de técnicos asesores con la finalidad de construir un consenso global en la metodología de contabilización de agua y evaluación de impactos por uso y consumo de agua en sistemas ganaderos. El principal ámbito de acción de LEAP-FAO es el establecimiento de directrices específicas sectoriales (indicadores y métodos) que cuenten con amplia aceptación, que permitan el seguimiento de los impactos ambientales del sector pecuario, dando lugar a una mejor comprensión y gestión de los factores más importantes que afectan el desempeño del sector. La Guía resultante de las reuniones presenciales (la primera tuvo lugar en Roma, Italia, entre el 12 y el 14 de julio de 2016 y la segunda tendrá lugar en Kigali, Ruanda, entre el 17 y 19 de noviembre de 2016) y el trabajo de los subgrupos de expertos abocados al tratamiento de temáticas específicas como definiciones, indicadores, estudios de casos y otros, será destinada tanto a académicos, productores y demás actores interesados que quieran determinar la huella de agua de un producto ganadero.

Las autoras del presente trabajo son Integrantes del *Technical Advisory Group on Water Footprinting* del *Livestock Environmental Assessment Partnership* (LEAP) de la FAO de las Naciones Unidas desde marzo de 2016.

Palabras clave: directrices, huella del agua, ganadería

Referencias Bibliográficas

- Hoekstra, A., Chapagain, A, Aldaya, M Y Mekonnen, M. 2011. The Water Footprint Assessment Manual. Setting the Global Standard. Earthscan, London, Washington, DC
- Steinfeld, H., Gerber, P., Wassenaar, T., Castel, V., Rosales, M., De Haan, C. 2006. Livestock's long shadow: environmental issues and options. Food and Agriculture of the United Nations.
- UNEP. 2006. Why take a life cycle approach? Paris, ISBN: 92-807-24500-9



LA HUELLA HÍDRICA DE UN TURISTA EN CHACRAS DE CORIA

Bárbara CIVIT^{1,2*}, Alejandro Pablo ARENA^{1,2}, Roxana PIASTRELLINI^{1,2}, Silvia CURADELLI²,
y Miriam LÓPEZ²

^{1*} Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET) - Centro Científico Tecnológico Mendoza (CCT Mendoza), Av. Ruiz Leal s/n Parque General San Martín. CP 5500. Mendoza, Argentina, tel.: 54-261-5244310 / Fax: 54-261-5244001 e-mail: bcvit@mendoza-conicet.gob.ar

²Grupo CLIOPE – Universidad Tecnológica Nacional Facultad Regional Mendoza Cnel. Rodríguez 273 (5500) Mendoza, Tel: 54-261-5244693.

Resumen

El turismo mundial presenta un crecimiento sostenido, especialmente en los países de las economías avanzadas y emergentes. Un crecimiento similar se registra en la Argentina, y la provincia de Mendoza es un destino turístico elegido entre otros por su oferta de Ecoturismo y Turismo del Vino. En los últimos años, el distrito de Chacras de Coria, un pueblo de 5000 habitantes perteneciente al Departamento de Luján de Cuyo al pie de la Cordillera de los Andes, se ha convertido en blanco del turismo nacional e internacional por sus características naturales y por la alta calidad en los servicios que ofrece. La tendencia creciente conlleva un incremento en el uso y consumo de agua, que no ha sido cuantificado ni evaluado hasta el momento.

Para determinar la relación entre el turismo y el uso de agua en Chacras de Coria, se llevó a cabo un relevamiento de los establecimientos ligados a la actividad. Se realizaron encuestas para recabar la información requerida para el cálculo de la huella hídrica, utilizando un modelo por tipo de establecimiento: Hotelero, Gastronómico, Comercio y Bodega. Los resultados indican que la mayoría de los hoteles tiene la mayor afluencia de turistas entre noviembre y abril. En menor medida, hay hoteles, que apuestan a las actividades invernales como el esquí. La franja etaria de los turistas determina el tipo de alojamiento al que acceden, y el tipo de actividad que eligen para practicar. El relevamiento indicó que el 55% del turismo proviene de Europa y Estados Unidos, mientras que el 30% corresponde a países limítrofes como Chile, Brasil y Uruguay. Los turistas nacionales representan tan sólo el 10% del total. Los turistas de Europa y Norteamérica muestran tener incorporados hábitos de cuidado del agua mucho más arraigados que los turistas latinoamericanos. Sin embargo, no ocurre lo mismo cuando seleccionan el tipo de alimento y las bebidas que consumen. En ningún caso se elige qué comer o qué beber teniendo en cuenta el agua requerida para su producción. Es



llamativa la enorme cantidad de agua embotellada que compran los turistas del norte, y se puede asociar a la falta de confianza en la calidad del agua de red para beber. Esto no se observa en la misma medida entre los turistas de Brasil, Uruguay y Chile. Los platos más solicitados por los turistas son aquellos que incluyen una porción de carne, con una guarnición de verduras. Respecto de los productos regionales que compran durante su estancia, los más solicitados son artículos de cuero y de plata o alpaca, ambos metales provenientes fundamentalmente del norte argentino. La procedencia de la mercadería es, en su mayoría, regional y nacional. En cuanto a las actividades que buscan, se encuentra el *trekking*, *rafting* o visita a bodegas. Todas las bodegas ubicadas en Chacras de Coria ofrecen visitas guiadas, servicios de degustación de sus productos y en algunos casos, servicio de restaurant. El producto más vendido es el vino tino de variedad Malbec, a razón de 1 caja de 6 botellas por turista.

La información recogida con las encuestas fue procesada de acuerdo con la metodología de la Water Footprint Network [1] para contabilizar el agua directa e indirecta de un turista en Chacras de Coria y las actividades que desarrolla durante la estancia promedio, que se determinó en 3 días. Se contabilizó agua azul y agua verde, dejando de lado el agua gris, que será tenida en cuenta en estudios futuro, para el cálculo de la huella del turista en Chacras de Coria. La huella así calculada resultó de 2,94 m³/turista/día, de la cual el 98% corresponde al consumo indirecto de agua: la mayor parte está asociada al consumo de alimentos, seguido por los productos adquiridos (vino, artículos de cuero, otros comestibles) y luego, en mucha menor medida por el agua involucrada en riego y limpieza de las instalaciones de los establecimientos. Este es un valor considerablemente mayor que la de un turista medio mundial, en dos aspectos: actividades y alimentos. El consumo promedio de la actividad turística en Chacras de Coria representa apenas el 0,03% de la disponibilidad hídrica promedio de la cuenca del Río Mendoza. Sin embargo, un turista consume 68,85% del agua disponible por habitante en este lugar, valor que motiva a continuar profundizando el estudio del consumo de agua asociado al turismo si se quiere que sea una actividad sustentable.

[1] Hoekstra, A.Y.; Chapagain, A.K.; Aldaya, M.M.; Mekonnen, MM. 2011. The water footprint assessment manual: setting the global standard. Earthscan, 203 p.

Palabras clave: indicadores, uso del agua, ordenamiento territorial, tierras secas.



INDICADORES DE USO DE AGUA Y SU RELACIÓN CON EL ORDENAMIENTO DEL TERRITORIO

Noelia Rosa ORTIZ^{1*}, Bárbara Civit^{1,2}

^{1*} Instituto de Ambiente, Hábitat y Energía (INAHE) CCT Mendoza CONICET
Av. Ruiz Leal s/n Parque General San Martín. CP 5500. Mendoza, Argentina.

Tel: 54-261-5244050 / Fax: 54-261-5244001 e-mail: nortiz@mendoza-conicet.gob.ar

² Grupo CLIOPE – Universidad Tecnológica Nacional Facultad Regional Mendoza Cnel. Rodríguez 273
(5500) Mendoza, Tel: 54-261-5244693

Resumen

El agua ha determinado el sitio de los asentamientos humanos desde sus orígenes y es indispensable para la producción de alimentos. El aumento de la población, y por tanto, de la demanda de agua para consumo directo o con fines productivos, generó una competencia por su uso que condujo a las sociedades a regular la oferta mediante la construcción de diques y aumentar la eficiencia de distribución y uso del agua, entre otras cosas (Molle, 2003). Superadas estas instancias, distintos autores plantean la necesidad de implementar nuevas estrategias de gestión (Wolff y Gleick, 2002; Tetreault y McCulligh, 2012). Una forma consiste en evaluar las aptitudes territoriales para el abastecimiento de agua y, sobre esa base, determinar la mejor localización para las zonas urbanas, las actividades agrícolas e industriales, sin perder de vista la conservación de los ecosistemas naturales ni las poblaciones del desierto, quienes muchas veces no reciben aportes hídricos superficiales, porque se destinan en su totalidad a los oasis (Abraham et al., 2007).

Estas estrategias están enmarcadas en el concepto de 'ordenación del territorio', definido por Pujadas y Font (1998) como el "conjunto de procedimientos y técnicas que, de modo interdisciplinario y prospectivo, estudian la transformación óptima del espacio y la distribución de la población y sus actividades sociales, políticas, económicas, comerciales y residenciales para promover el ordenamiento del territorio".

Torres et al. (2003) plantean necesario para las tierras secas de Iberoamérica "desarrollar procesos sistemáticos que comprendan: (1) el conocimiento adecuado del recurso hídrico existente y disponible, (2) de los requerimientos de agua de las distintas actividades que se desarrollan en cada una de las cuencas y (3) la compatibilización entre oferta y demanda con una visión de futuro".



Este conocimiento puede simplificarse y cuantificarse mediante el empleo de indicadores de uso de agua. Surge así la necesidad de identificar y evaluar los indicadores de uso y gestión del agua que contribuyan a la sustentabilidad de tierras secas. El objetivo de este trabajo es definir las características adecuadas de indicadores de uso y consumo de agua para ser incluidos en un plan de ordenamiento de territorio en tierras secas que considere el uso directo e indirecto del agua en todos los sectores económicos. Para ello, se realizó una búsqueda bibliográfica sobre ordenamiento territorial en tierras secas e indicadores de uso de agua aplicados a distintas escalas (nacional, cuenca, ciudad o distrito agrícola, entre otros) y para diversas actividades (agrícolas, urbanas e industriales).

A partir de diversos autores (Adriaanse (1993), OCDE (1993) y Gallopín (1997), citados en Castro Bonaño, 2011; da Silva y de Moraes Andrade, 2006; Buccheri y Comellas, 2011) se seleccionó una serie de características deseables para los indicadores en general, entre ellos: sencillez, sensibilidad, utilidad, legitimidad, factibilidad, eficiencia económica, posibilidad de permitir comparaciones y validaciones en distintas escalas de territorio y de identificarse rangos de valores límites. Posteriormente, se encontró que un indicador de uso de agua oportuno para el ordenamiento territorial en tierras secas, entre otras cosas, debería considerar variaciones temporales y espaciales naturales que influyen en la escasez del agua (Rijsberman, 2006) y permitir su espacialización cartográfica (Buccheri y Comellas, 2011). Esto podría lograrse mediante el cálculo de uso de agua en unidades territoriales homogéneas. Además, deberá permitir comparaciones entre el consumo hídrico de distintas actividades.

Hasta el momento, uno de los indicadores estudiados, la **Huella Hídrica** (Hoekstra, 2011), presenta gran potencial como herramienta para cuantificar el consumo directo e indirecto de agua por actividad y gestionar su uso. Otro indicador interesante es el **Consumo Hídrico** utilizado por la Agencia de Ecología Urbana de Barcelona (Rueda, 2010), que contabiliza el consumo de agua por habitante y por día, diferenciando tres ámbitos (doméstico, público y comercial) y 6 calidades (potable, no potable, residual, grises domésticas, marginales y regeneradas). Sin embargo, debería ser complementado con otros similares para usos agrícolas e industriales, ya que fue desarrollado para el área urbana.

La factibilidad de calcular indicadores complejos variará de acuerdo a la escala espacial a estudiar. La cuenca suele ser la más adoptada como apropiada para la gestión del agua (Rijsberman, 2006). Sin embargo, un modelo de ordenación del territorio a nivel de



cuencas requerirá gran cantidad de datos. Este problema, así como también otros indicadores que permitan comprender mejor la complejidad del territorio en tierras secas, seguirán siendo estudiados a fin de analizar la localización óptima de las distintas actividades humanas sobre la base de un recurso vital y limitante como lo es el agua.

Palabras clave: indicadores, uso del agua, ordenamiento territorial, tierras secas.

Referencias

- Abraham, E., Abad, J., Lora Borrero, B., Salomón, M., Sánchez, C. y Soria, D. (2007). Caracterización y valoración hidrológica de la cuenca del río Mendoza mediante elaboración de modelo conceptual de evaluación. En *Actos del Congreso Argentino del Agua*.
- Torres, E., Abraham, E., Montaña, E., Salomón, M., Torres, L., Urbina, S. y Fusari, M. (2003). Hacia el uso sustentable del agua en las tierras secas de Iberoamérica. En *El agua en Iberoamérica: aspectos de la problemática en tierras secas* (Vol. 8, pp. 17-33). Buenos Aires: CYTED.
- Rueda, S. (2010). *Plan de indicadores de sostenibilidad urbana de Vitoria-Gasteiz*. Agencia de Ecología Urbana de Barcelona.
- Buccheri, M. J., y Comellas, E. A. (2011). Indicadores para el monitoreo y evaluación hacia la GIRH. *Instituto Nacional del Agua y Universidad Nacional de Cuyo*, 25.
- Castro Bonaño, M. (2011). *Indicadores de Desarrollo Sostenible Urbano. Una aplicación para Andalucía*. (Tesis de doctorado). Universidad de Málaga, Málaga.
- Da Silva, H. P. y de Moraes Andrade, S. (2006). Definición de indicadores de referencia para la gestión del uso sustentable del agua en Brasil. En *Evaluación de los usos del agua en tierras secas de Iberoamérica* (Vol. 12, pp. 181-187). Mendoza: CYTED.
- Hoekstra, A. Y. (Ed.). (2011). *The water footprint assessment manual: setting the global standard*. London; Washington, DC: Earthscan.
- Molle, F. (2003). *Development trajectories of river basins: a conceptual framework*. Colombo, Sri Lanka: International Water Management Institute.
- Pujadas, R., y Font, J. (1998). *Ordenación y planificación territorial*. Madrid: Síntesis.
- Rijsberman, F. R. (2006). Water scarcity: Fact or fiction? *Agricultural Water Management*, 80(1–3), 5-22. <http://doi.org/10.1016/j.agwat.2005.07.001>
- Tetreault, D., y McCulligh, C. (2012). El camino suave del agua. Una alternativa para superar la crisis en la zona conurbada de Zacatecas y Guadalupe. *Observatorio del Desarrollo*, 1(4).
- Wolff, G., y Gleick, P. H. (2002). The soft path for water. En *The World's Water: 2002-2003. The Biennial Report on Freshwater Resources* (p. 310). Washington, DC: Island Press.



Red Argentina de Ciclo de Vida



Eje temático: Inventarios nacionales



MODELIZACIÓN DE LA PRODUCCIÓN DE MAÍZ COMO INSUMO DE UNA BIORREFINERÍA DE LA PROVINCIA DE CÓRDOBA

Jorge HILBERT^{1*}; Stella CARBALLO²; Leila SCHEIN^{3*}; Jonatan MANOSALVA⁴; Nicole MICHARD²; Sebastián GALBUSERA⁵

^{1*} Instituto de Ingeniería Rural INTA c.c. 25 1712 Castelar hilbert.jorge@inta.gob.ar

² Instituto de Clima y Agua INTA

³ CONICET CCT-Mendoza y Universidad Nacional de Luján

⁴ Estación Experimental Agropecuaria INTA Pergamino

⁵ Consultor privado

Resumen

En los últimos años se ha observado a nivel internacional una creciente demanda de productos “sustentables”. Esta evolución combinada con la necesidad de diversificar las fuentes energéticas para reducir la dependencia del petróleo y derivados, y de encontrar combustibles de transición hacia una nueva generación de fuentes de energía ha llevado a los países industrializados, fundamentalmente la Unión Europea (UE) y Estados Unidos, a desarrollar políticas tendientes a fomentar el uso de biocombustibles. Estas políticas han sido multiplicadas en muchos países con crecientes incorporaciones de biocombustibles en su matriz energética.

Los productos “bio” son considerados como una alternativa preferible a la utilización de combustibles fósiles por su naturaleza de carácter renovable, pero su perfil ambiental muchas veces puede llegar a ser complejo y es precisamente por este motivo que resulta conveniente abordar un enfoque de ciclo de vida para evaluar el desempeño ambiental de los mismos, y reconocer tanto los beneficios como los posibles perjuicios que pueden ocasionar (Muñoz et al. 2013).

Un típico ejemplo lo constituye el bioetanol, producido a partir de distintas materias primas como el maíz. El etanol representa un ejemplo interesante ya que es producido actualmente en grandes volúmenes y con distintos perfiles ambientales, dependiendo de la materia prima utilizada, el sistema productivo y la agro ecoregión donde se lo produzca.

En el contexto de la realización de un perfil ambiental de la producción de una biorrefinería de maíz, este resumen presenta la experiencia de consolidación de un inventario de ciclo de vida (ICV) de la producción de grano de maíz, como insumo principal del proceso por el que se obtiene bioetanol junto a burlanda seca (DDGS), burlanda húmeda (WDGS), dióxido de carbono y aceite.



A lo largo de la última década, el enfoque de ciclo de vida se ha consolidado como una herramienta completa y poderosa para cuantificar y evaluar cargas ambientales potenciales de la actividad agroindustrial (Martínez Blanco et al., 2013). Sin embargo, el análisis de ciclo de vida (ACV) puede verse afectado por la falta de representatividad de los inventarios, especialmente en el sector agrícola. La utilización de datos generales para un caso de estudio particular es una práctica común en los ACV debido a la falta de datos específicos del sitio que, puede inducir desvíos en los resultados de los impactos ambientales producidos (Boone et al., 2016).

En este contexto, cabe destacar la importancia de la territorialidad de los sistemas agrícolas en cuanto a la variabilidad de los datos, ya que los mismos pueden ser influenciados por el clima, tipo de suelo, manejo, etc. Este concepto constituye un factor clave a tener en cuenta cuando se realizan los inventarios para este tipo de estudios. Vincular metodología de ACV con herramientas de sistema de información geográfico (SIG) facilita la espacialización de los datos de entrada del inventario (Xue, X. et al. 2012).

Los antecedentes regionales para representar la producción de maíz de la provincia de Córdoba, como área de influencia y aprovisionamiento de la empresa en evaluación; así como la notable calidad, en términos de representatividad geográfica de los datos de producción de maíz, permitieron avanzar hacia el desarrollo de un ICV de la producción de maíz en esta región de la Argentina.

Entre los objetivos particulares y alcances de la realización de este inventario y su correspondiente perfil ambiental, se destacan:

- Desarrollar el ACV del cultivo de maíz desde la cuna al portal (tranquera);
- Establecer un abordaje sistemático de calidad y representatividad geográfica de la información modelada;
- Definir y registrar consideraciones relevantes para el modelado del ICV del proceso de producción de Maíz en la Provincia de Córdoba

Basada en un modelo desarrollado por el grupo de trabajo (Figura 1) se generó una planilla de interfaz de datos. La información procesada permitió modelar el ciclo de vida de la producción de 1 kg de maíz en la provincia de Córdoba. Finalmente, el ICV consolidado se modeló en SimaPro 8.3, utilizando como base de datos secundarios Ecoinvent 3.0, con algunas adaptaciones y se calculó el perfil ambiental a partir de la aplicación del método de evaluación de impactos (EICV) Recipe midpoint (H).

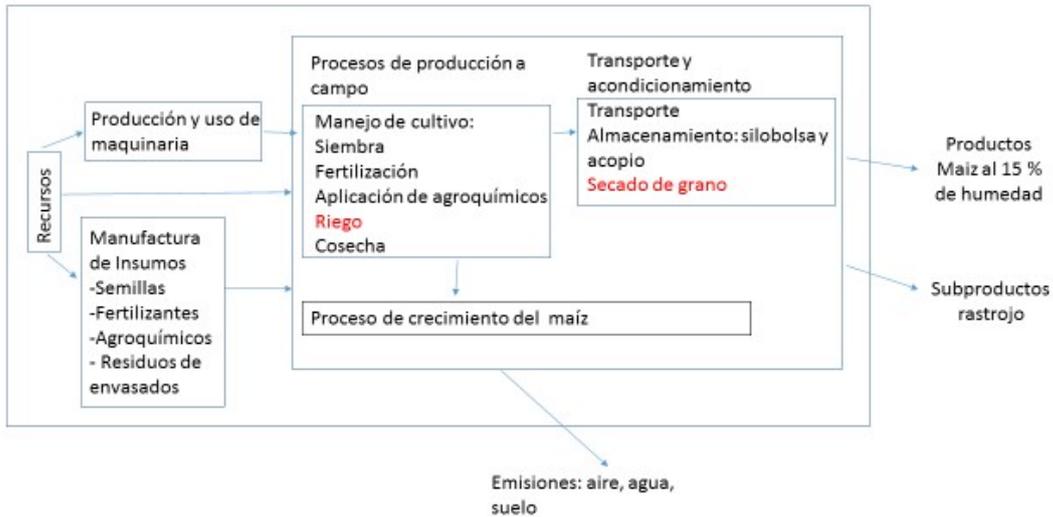


Figura 1 Modelo desarrollado para su ingreso en el SIMAPRO adaptado de Boone et al. (2016) (rojo no comúnmente aplicado en Córdoba)

En particular, haciendo mención a la variabilidad de rindes y de los paquetes tecnológicos dependientes de la distribución geográfica, se representó en un SIG la procedencia de la materia prima para el análisis de territorialidad (Figura 2).

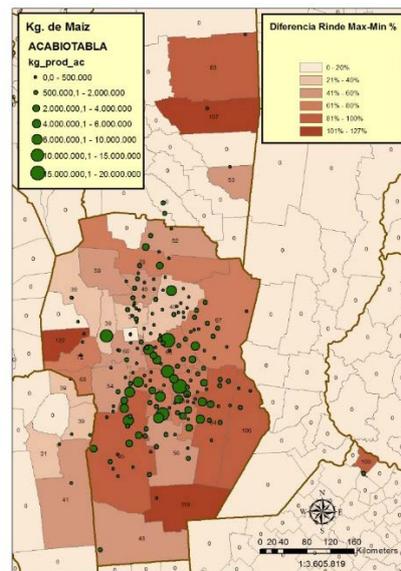


Figura 2. Mapa de la ubicación geográfica de los distintos puntos de procedencia del maíz y sus respectivos rindes.



Se ha generado una planilla de recolección de datos parametrizados para poder transmitir a los diferentes actores referentes, en un intento de lograr aumentar la escala de recolección de datos, y analizar el impacto de la variabilidad territorial de los mismos por cultivo. Se perseguirá avanzar hacia la consolidación de inventarios de sector agrícola/agroindustrial a nivel nacional. Este enfoque territorial tendrá en consideración la matriz de pedigree de calidad de datos y su corolario en el análisis estadístico de calidad de los mismos. Como objetivo final se plantea la incorporación de los criterios y lineamientos de las guías Shonnan y de las *product category rules* (PCRs) vigentes como marcos de referencia para el desarrollo de futuras ACV del sector.

Palabras clave: ACV, maíz, biorrefinería, bioetanol.

Bibliografía

Boone, Lieselot; Van linden, Veerle; De Meester, Steven; Vandecasteele, Bart; Muylle, Hilde; Roldán-Ruiz, Isabel; Nemecek, Thomas and Dewulf, Jo. 2016. Environmental life cycle assessment of grain maize production: An analysis of factors causing variability. *Science of the Total Environment* 553 (551–564).

Martínez-Blanco, Julia; Lazcano, Cristina; Christensen, Thomas H.; Muñoz, Pere; Rieradevall, Joan; Møller, Jacob; Assumpció, Antón and Boldrin, Alessio. 2013. Compost benefits for agriculture evaluated by LCA. A review. *Agron. Sustain. Dev* 33 (4) 721-732.

Muñoz, Ivan; Flury, Karin; Jungbluth, Niels; Rigarlsford, Giles; Milà i Canals, Llorenç and King, Henry. 2013. Life cycle assessment of bio-based ethanol produced from different agricultural feedstocks. *Int J Life Cycle Assess.* DOI 10.1007/s11367-013-0613-1.

Pieragostini, Carla; Aguirre, Pio and Mussati, Miguel C. 2014. Life cycle assessment of corn – based ethanol production in Argentina. *Science of the Total Environment* 472 – 212 – 225.

Product category rules according to ISO 14025 date 2016-06-23. Arable crops product category classification: un cpc 011, 014, 017, 019. 2013:05. Version 2.0

Xue, Xiaobo; Hawkins, Troy and Smith, Raymond. 2012. Spatially Explicit Life Cycle Assessment of Biofuel Feedstock Production. ISSST Meeting, Boston, MA, 5/16/12-5/18/12.



Red Argentina de Ciclo de Vida



AVANCES EN LA CONSTRUCCIÓN DE INVENTARIO DE CICLO DE VIDA DE LA PRODUCCIÓN INDUSTRIAL PREPARADOS NUTRICIONALES DESTINADOS A PRODUCCIÓN ANIMAL

Oscar PASTORUTTI^{1*}, Leila SCHEIN^{1,2}

¹Dpto. Cs. Básicas. Universidad Nacional de Luján, Ruta Nacional 5 y 7, Luján BsAs (6700).

oscarpastorutti@gmail.com

² INAHE-CONICET, Av. Ruiz Leal s/n, Pque. Gral. San Martín, Mendoza (5500), 0261-5244310

Resumen

La producción agropecuaria, especialmente la producción de alimentos, es una actividad cuyo estudio adquiere cada vez mayor relevancia a lo largo del mundo. El análisis de ciclo de vida se consolida como una gran herramienta de diagnóstico y fortalecimiento de sistemas más sustentables de producción¹, por lo que adquiere cada vez mayor importancia contar con inventarios representativos y actualizados.

La producción animal para la obtención de alimentos es una actividad agroindustrial muy importante en la Argentina, y con amplias ventajas competitivas que lo definen también como un área de desarrollo estratégico². Pero, al momento de iniciar estudios de ciclo de vida en agroindustria, como producción de leche³ o carnes, se encuentran grandes dificultades ya que no hay disponibles inventarios de ciclo de vida (ICV) adecuados a la tecnología y modo de producción de nuestro país. Tal es así que en los últimos años se ha tomado la iniciativa de propiciar la generación de bases de datos nacionales.

Para el caso particular de este trabajo, el objetivo es avanzar en la generación de un ICV que aborde el proceso producción industrial de alimentos para animales de consumo humano. En particular, modelar y sistematizar los alimentos concentrados y núcleos, utilizados en la actividad, de acuerdo a los criterios de la Regla de Categoría de Producto vigente en el sector⁴ y teniendo en cuenta los lineamientos de formato adoptados por la RACV, de acuerdo al esquema de carga de datos de SUDOE[†]

[†] SUDOE: Base de datos de libre acceso, desarrollada por SOSTENIPRA, Inedit, UAB, entre otros. <http://lcadb.sudoe.ecotech.cat/>



El proyecto se inicia a partir del relevamiento bibliográfico y consultas a especialistas de nutrición animal, para modelar el sistema de forma completa. Como resultado principal de esta etapa, se presenta una tabla de composición de núcleos y premezclas, detallando sus diversos insumos y evaluando la disponibilidad de información sobre sus ciclos de vida, con el objeto de analizar la brecha existente para lograr consolidar este ICV a nivel local/regional/nacional.

Los primeros resultados muestran que para gran parte de los ingredientes de los concentrados no existen inventarios publicados para modelar sus procesos y poder incluir la consideración de sus perfiles ambientales. Muchos de ellos están incluidos dentro de los resultados agregados, a los que no es posible acceder. Sin embargo, la reciente publicación de inventarios más detallados y transparentes, como Agribayse⁵, incluyen estos procesos de forma desagregada, a la vez que integran desarrollos técnicos y estudios de caso representativos, utilizando como formato de referencia las unidades de procesos de Ecoinvent, posibilitando así ser replicados en diversas regiones.

El relevamiento de antecedentes evidenció diversas propuestas a nivel mundial en el desarrollo de bases de datos en el sector agroindustrial, pero particulares para países o regiones⁶. Asimismo, en los últimos años han surgido experiencias a nivel nacional que permitirían iniciar el recorrido para la producción consolidada de ICVs de alta calidad, en particular en el sector Agroindustrial. Mucha información existe en el ámbito científico-técnico, en especial por la incorporación de variables ambientales⁷, pero es necesario profundizar la articulación entre instituciones y el intercambio de datos. Por otro lado, dadas las características de los procesos en evaluación, es necesario considerar la incorporación de la variabilidad territorial dentro del país, que por su vasta extensión y espectro productivo puede requerir análisis más profundos, para alcanzar la representatividad a la escala propuesta.

Referencias

- 1 Nemecek, T.; Jungbluth, N.; Milà i Canals, L.; Schenck, R. "Environmental impacts of food consumption and nutrition: where are we and what is next?" *International Journal of Life Cycle Assessment*. Febrero de 2016.
- 2 Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA) "Proyecto Nacional de Nutrición Animal. Cartera de Proyectos 2009-2012"
- 3 Pastorutti, O; Schein, I.; Cortabarría, C.; Saucedo, L.; "Life Cycle Assessment of milk production in Argentina: one first approach", *LCAFood 2010*, Bari, Italia. 2010.
- 4 Product Category Rules "Preparations used in animal feeding for food-producing animals". *International EPD System*. 2003.
- 5 Poch P.; Salou T. 2015. *AGRIBALYSE®: Rapport Méthodologique Version 1.2*. Ed ADEME. Angers. France. 2015.
- 6 Notarnicola, B.; Salomone, R.; Petti, L.; Roma, R.; Cerutti, A. "Life Cycle Assessment in the Agri food Sector" *Rete Italiana LCA*. Springer. 2015
- 7 Tieri, M., Comerón, E., Pece, M.; Herrero, M.; Engler, P.; Charlón, V.; García, K. "Indicadores utilizados para evaluar la sustentabilidad integral de los sistemas de producción de leche con énfasis en el impacto ambiental" *Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria*. 2014



AVANCES EN LA ADECUACIÓN DEL INVENTARIO DEL ETANOL Y DEL AZÚCAR DE CAÑA DE AZÚCAR A LA PLATAFORMA SUDOE

Andrea L. Nishihara Hun^{1*}, Gonzalo A. Pérez², Fernando D. Mele¹

^{1*} Facultad de Ciencias Exactas y Tecnología, Universidad Nacional de Tucumán, Av. Independencia 1800, (T4002BLR) San Miguel de Tucumán. Tel.: 0381-4364093 int. 7702, anishihara@herrera.unt.edu.ar

² INTA EEA Famaillá

Resumen

Es evidente la preocupación global creciente por la producción de alimentos y de biocombustibles de manera sustentable. El abordaje de este problema no puede hacerse sin tener en cuenta toda la cadena de suministros de los productos en cuestión como así también su ciclo de vida completo. Una de las herramientas insoslayables para analizar la sustentabilidad de los procesos/productos es el Análisis del Ciclo de Vida (LCA), la cual requiere disponer de inventarios actualizados y geográficamente representativos de los insumos agrícolas e industriales, como así también de los procesos de transformación y fuentes de energía.

Este trabajo tiene por objetivo comunicar el avance de la adecuación del inventario de ciclo de vida (ICV) de la producción de azúcar y del etanol de caña de azúcar de la provincia de Tucumán a la plataforma SUDOE¹ -una base de datos de ciclo de vida internacional-, considerando diferentes niveles tecnológicos para la etapa de producción de la caña de azúcar.

La metodología seguida para la generación del inventario es el lineamiento de la carga de datos SUDOE. En lo que respecta a los datos utilizados, por un lado, para el eslabón primario, sistema agrícola, se consideraron entrevistas realizadas a productores de caña de azúcar del departamento de Monteros (provincia de Tucumán) así como a técnicos del área caña de azúcar de INTA EEA Famaillá y bibliografía especializada. Por otro lado, para el eslabón industrial, se obtuvo información directamente de los ingenios azucareros de la provincia con la finalidad de asegurar la representatividad del análisis.

El grupo de investigación, considera que los datos han sido suficientemente validados, ya que además de las entrevistas realizadas con expertos del área, éstos se han presentado en reuniones y conferencias (ENARCIV 2014, ENARCIV 2015 y CILCA 2015). También cuenta con publicación en la revista Ciencia y Tecnología de los Cultivos Industriales² de INTA y en un número del *International Journal of Life Cycle Assessment*³.

Para la adecuación del inventario a esta plataforma, se han seguido los lineamientos que surgieron de la reunión de la Red de Ciclo de Vida del año 2015 (ENARCIV 2015), elaborados por el grupo CLIOPE, Mendoza.

Los pasos siguientes son: (i) completar la carga del inventario y (ii) enviar los archivos a Bárbara Civit, responsable por la carga de inventario en SUDOE para la Argentina, para su validación.



Red Argentina de Ciclo de Vida



Referencias

1-SUDOE: Base de datos de libre acceso, desarrollada por SOSTENIPRA , Inedit , UAB , entre otros. <http://lcadb.sudoe.ecotech.cat/>

2- Nishihara Hun, A. L.; Mele, F. D.; Pérez, G. A. Perfil ambiental de la industria azucarera de la provincia de Tucumán obtenido a partir de la técnica del Análisis del Ciclo de Vida. Ciencia y Tecnología de los Cultivos Industriales. INTA Ediciones. 2015 5(7), 62-75, 2015 (ISSN: 1853-7677)

3- Nishihara Hun, A. L.; Mele, F. D.; Pérez, G. A. A comparative life cycle assessment of the sugarcane value chain in the province of Tucumán (Argentina) considering different technology levels. International Journal of Life Cycle Assessment, X (X), XX-XX, 2016 (ISSN: 0948-3349)



Red Argentina de Ciclo de Vida



Eje temático: Otros



DESAFIOS PARA UNA PRODUCCION SUSTENTABLE DE CAÑA DE AZÚCAR

Roberto SOPENA¹

¹ Estación Experimental Agropecuaria Famaillá – Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria. Ruta provincial 301, km32 (Famaillá, Tucumán, Argentina). Tel: 0054 - 03863 - 461048. e-mail: sopena.roberto@inta.gob.ar

Resumen

En nuestro país, la caña de azúcar se cultiva principalmente en las provincias del Norte Argentino, como Tucumán, Salta y Jujuy, con una tradición arraigada en esta región, de más de 200 años de historia agroindustrial azucarera. Por otra parte, si se produce una expansión del cultivo hacia nuevas áreas no tradicionales, cobra importancia el Noreste del país.

El cultivo es de tipo semiperenne, con cinco a seis cortes o cosechas sucesivas de la plantación original, en cuyo ciclo anual se incurren en diversas labores, que demandan un elevado consumo energético durante las mismas, a la vez que se producen importantes niveles de emisiones de gases efecto invernadero. En el ciclo de producción podemos distinguir a la preparación de suelos, plantación, cultivo mecánico, fertilización, control de malezas, cosecha y transporte de caña. Respecto al consumo de estas labores, en estimaciones realizadas en nuestro medio y en términos de conversión, en general se observa que para producir una tonelada de caña, desde la plantación hasta la cosecha y transporte a ingenio, se requieren en promedio 3,4 litros de gas-oil. En cuanto a la incidencia de este combustible en el costo general de producción, la misma es de un 25 a 30 % y junto con el fertilizante, ascienden a un 47 a 52 % sobre el total.

A los fines de lograr un desarrollo sustentable de la producción de caña de azúcar, será necesario consolidar un sistema productivo que respete la obligación de preservar la base ecológica para el desarrollo y a la vez promover un sistema tecnológico que sea capaz de encontrar continuamente nuevas soluciones.

A continuación se mencionan los principales desafíos que se deben asumir:

Reducir o minimizar la compactación, evitando la degradación física-química y biológica de los suelos.



Red Argentina de Ciclo de Vida



Promover la eficiencia energética, haciendo más eficiente el consumo de combustibles fósiles en todas las etapas del cultivo.

Valorizar los residuos agrícolas de cosecha (RAC), con su aprovechamiento en la cogeneración de energía y de los efluentes agroindustriales, especialmente vinaza.

Lograr determinaciones objetivas y con base científica del impacto sobre la biodiversidad y el ecosistema.

Monitorear las emisiones de CO₂ y otros gases efecto invernadero.

Alcanzar un uso eficiente de los agroquímicos y proponer una correcta disposición de los envases de los mismos.

Palabras clave: caña de azúcar, sustentabilidad, desarrollo.



Red Argentina de Ciclo de Vida



Optimización multiobjetivo para el diseño de cadenas productivas sustentables

Fernando Daniel MELE¹

¹ FACET, Universidad Nacional de Tucumán, Av. Independencia 1800, T4002BLR San Miguel de Tucumán.
+54 381 4364093, fmele@herrera.unt.edu.ar, CONICET

Resumen

El interés por los combustibles renovables ha aumentado considerablemente a nivel mundial. Siguiendo esta tendencia, la Ley Nacional de Biocombustibles 26.093 (2006) ofrece el marco para la inversión, producción y comercialización de biocombustibles en la Argentina, con lo cual, en 2016, el corte obligatorio de las naftas con bioetanol llegó al 12 % (800 mil m³ al año). La caña de azúcar tiene grandes ventajas como materia prima para la producción de etanol (resistencia, rápido crecimiento y capacidad de absorción de CO₂), sin embargo se presentan ciertos desafíos: (i) competencia en el uso de la tierra con los alimentos; (ii) efecto invernadero elevado asociado al sector del transporte/laboreo; (iii) generación de grandes volúmenes de residuos e (iv) incertidumbre para balancear la producción mixta de azúcar y etanol. Todo esto prefigura un contexto complejo para la producción de etanol, cuyos diversos aspectos deben ser abordados desde una perspectiva multidisciplinaria para enfrentar el desafío de producir con alta calidad y de satisfacer las expectativas de los consumidores y las regulaciones ambientales del gobierno.

El enfoque que se propone es la optimización mediante programación matemática en la cual, **dados**: un horizonte de tiempo y un espacio geográfico, la superestructura de una red que incluya ubicaciones probables y tecnologías disponibles para la instalación de plantas de producción y almacenes, la demanda de azúcar y bioetanol y costos unitarios de materias primas, operación, transporte y almacenamiento, y por último, datos ambientales (modelo de daño y emisiones y requerimientos de insumos asociados con las tareas de producción, transporte y almacenamiento); la tarea es **determinar**: la topología de la red incluyendo las tecnologías de cada planta; las expansiones de capacidad a lo largo del tiempo y las decisiones de planificación (cantidad de materiales a comprar y vender en cada período de tiempo, velocidad de producción y flujo de materiales en la SC); **procurando**: (i) maximizar el beneficio económico y (ii) minimizar el impacto ambiental. La estructura del problema queda:



$$\begin{aligned}
 \min_{x,y} & (f_1(x,y), f_2(x,y), \dots, f_k(x,y)) \leftarrow \text{Función objetivo (performance económica y ambiental)} \\
 \text{s.t.} & g(x,y) \leq 0 \leftarrow \text{Limitaciones de capacidad} \\
 & h(x,y) = 0 \leftarrow \text{Balances de masa, cálculos de índices económicos y ambientales} \\
 & x \in \mathbb{R}, y \in \{0, 1\} \leftarrow \text{Variables discretas (decisiones lógicas)} \\
 & \uparrow \\
 & \text{Variables continuas (flujos de masa, variables económicas y ambientales, capacidades, etc.)}
 \end{aligned}$$

La resolución de este problema permite obtener un conjunto de soluciones que tienen la característica de que no se puede mejorar el valor de uno de los objetivos sin simultáneamente estar empeorando los otros (soluciones óptimas de Pareto). En este caso se optimizaron simultáneamente: (i) el valor actual neto (NPV) y el potencial de calentamiento global (GWP), y (ii) el NPV y el Eco-indicador 99 (EI99). Para el cálculo de GWP y EI99 se siguieron los lineamientos del Análisis del Ciclo de Vida (LCA).

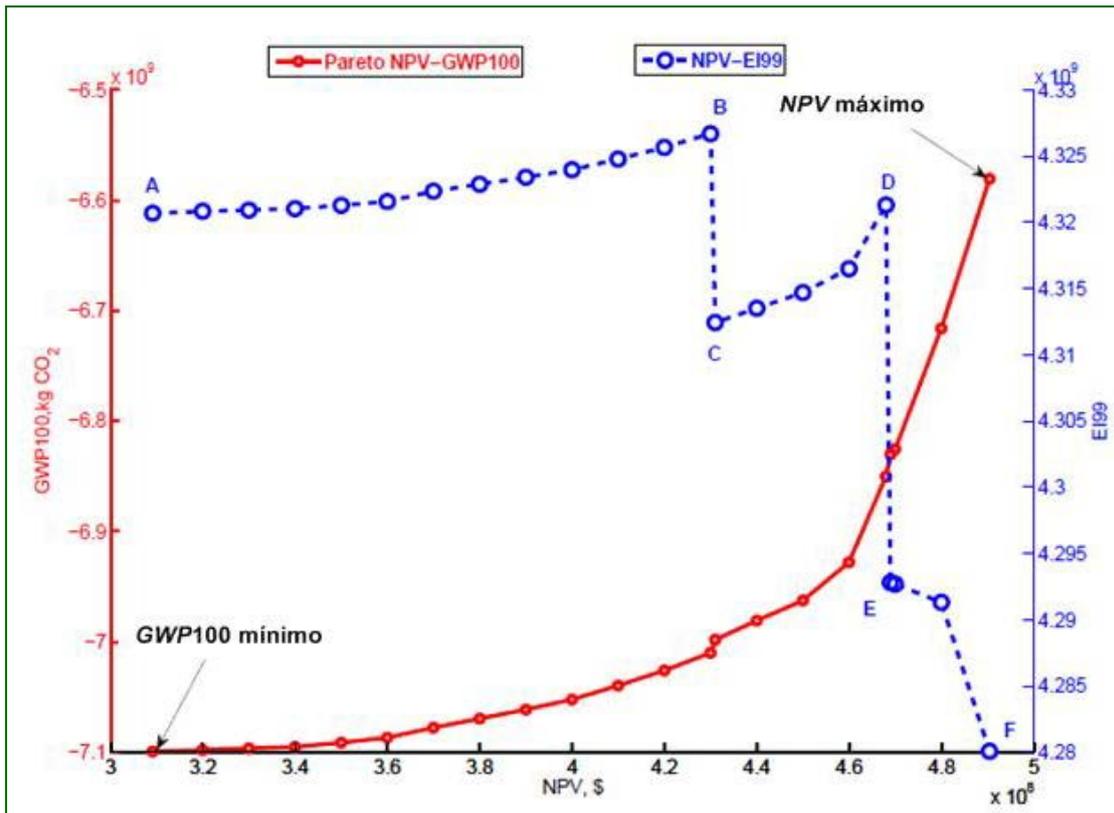


Figura 4. Frontera de Pareto para el cas de optimizar NPV y GWP (rojo) y NPV y EI99 (azul)

Las fronteras de Pareto que se obtuvieron usando el software GAMS/CPLEX® pueden verse en la Fig. 1. A modo de ilustración, en la Fig. 2 se muestra el diseño de la cadena de suministros de

la caña de azúcar para la solución del problema multiobjetivo correspondiente al mínimo valor de GWP.

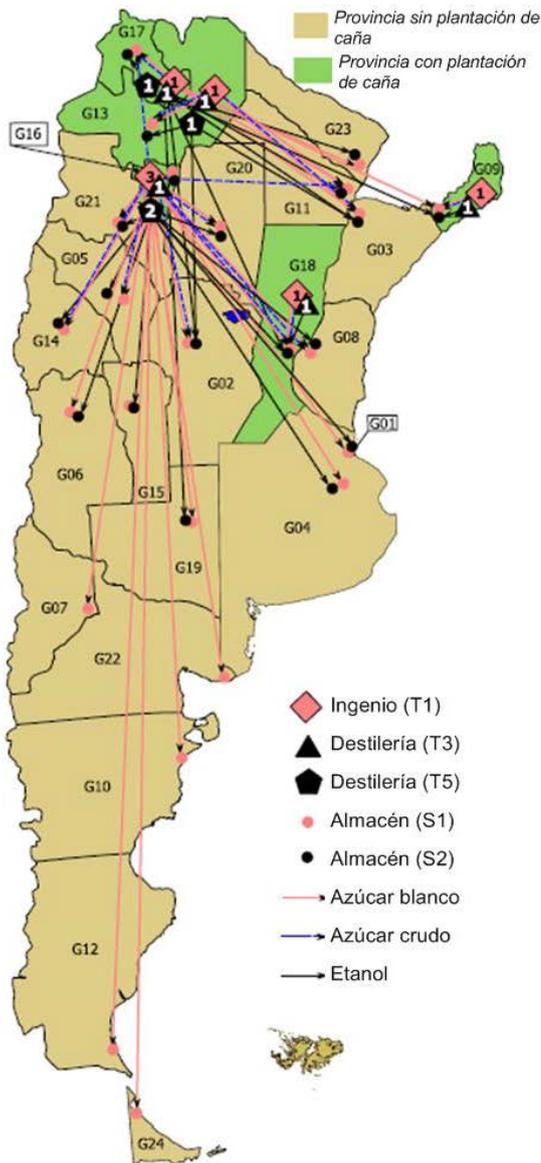


Figura 5 Mapa que muestra la localización de las plantas y la distribución de los productos para el caso de mínimo valor de GWP

Conclusiones

La optimización multiobjetivo constituye un método sistemático para el diseño y planificación de cadenas de suministros en general y de la industria de la caña de azúcar en particular.

El problema se formula como un modelo lineal entero bi-criterio para la minimización de costos e impacto ambiental.

El LCA cumple la función de herramienta de evaluación de impacto ambiental.

La capacidad de la herramienta de modelado desarrollada ha sido probada en casos de estudio reales.

Las soluciones de Pareto que se obtienen dan una valiosa visión del problema de diseño y permiten identificar alternativas.

La herramienta resulta útil para guiar a las autoridades en la adopción de políticas estratégicas más sostenibles en las áreas de agro-industria y energía.

Palabras clave: gestión de cadenas de suministros, Análisis de Ciclo de Vida



INVENTARIO DE LA PRODUCCIÓN PRIMARIA DE CARNE PORCINA. EXPERIENCIA DE UN CURSO DE CAPACITACIÓN³

BOERO Leandro² R., CIVIT Bárbara¹, CORBELLA Roberto², DARIVA Mariano², GIMENEZ Gustavo², GIUSTI Federico M.², JOZAMI Emiliano², LONGO RODRIGUEZ Candela², MAGRI Laura², MEYER PAZ Roberto², PASTORUTTI Oscar², SCHEIN Leila² SPINOLLO Luciano³ *ex aequo*.

Globalmente, la carne porcina es la de mayor consumo mientras que en Argentina su consumo se encuentra muy por debajo de la carne bovina o aviar (SENASA, 2016). La actividad porcina se caracteriza por la alta producción en un período de tiempo menor al de otras especies permitiendo un alto rendimiento por unidad de superficie (Moreno *et al*, 2011). Sin embargo, en nuestro país la mayoría de los establecimientos presentan una productividad muy por debajo de los valores potenciales (AAPP, 2016). Esta baja eficiencia implica también un mayor *impacto ambiental asociado* por cada kilo producido por animal. Para satisfacer el aumento del consumo interno de carne porcina en Argentina de manera responsable como lo sugieren las Naciones Unidas para el Desarrollo Sustentable (ONU, 2015), es necesario contar con sistemas de producción eficientes que tengan el menor impacto ambiental asociado.

Este trabajo presenta un inventario preliminar de la producción de carne de cerdo utilizando un sistema de “cama profunda”. Este caso de estudio es el resultado de un ejercicio práctico que la docente⁴ implementó durante el desarrollo del curso de posgrado dictado en la Facultad de Ciencias Agrarias (FCA, UNR). El objetivo del ejercicio fue que los participantes del curso pudieran experimentar las fases de un estudio de Análisis de Ciclo de Vida (ISO, 2006 a y b) mediante la resolución de un caso real, con especial énfasis en la fase de Inventario del Ciclo de Vida.

Se visitó el Módulo de Producción Porcina (MPP) de la Facultad donde se recopilaron los datos de Inventario del Ciclo de Vida, mediante entrevista personal a los profesionales a cargo del módulo. Durante los dos días siguientes a la visita, se trabajó en aula en la puesta en común de la información recabada, redefinición de objetivos y alcance, redefinición de unidad funcional (UF) y flujo de referencia y criterios para el cálculo de entradas y salidas del ICV.

Caso de estudio

El Módulo de Producción Porcina de la FCA de la UNR produce capones para venta en el mercado interno, estos pesan entre 110-115 kg. Dicho módulo está dividido en las siguientes etapas: i)

³ Curso “Pensamiento de Ciclo de Vida en sistemas agroindustriales” 25 a 29 de julio de 2016 en el marco de la Maestría en Gestión y Conservación de los Recursos Naturales que se dicta en Facultad de Ciencias Agrarias de la Universidad Nacional de Rosario.

⁴ Bárbara Civit (INAHE CONICET – CLIOPE UTN FRM)



gestación; ii) cría y; iii) engorde/terminación de porcinos. En los últimos años cuenta con un plantel que osciló entre 25 y 45 madres, planteándose como objetivo estabilizarse en 50. Es un sistema donde la etapa de servicio-gestación está distribuida en 5 grupos o bandas de 7-10 madres cada 28 días (Spinollo *et al.* 2014). Dada la variabilidad del sistema y su complejidad, se optó por trabajar con un dato de productividad correspondiente a las 50 madres planteadas como objetivo a alcanzar. La Unidad Funcional (UF) se definió como 1 capón de 110 kg, en la puerta del campo. Según los índices productivos se consideran 843 capones vendidos por año, y todos los datos anuales del inventario se afectaron a este valor de productividad (flujo de referencia).

Se incluyen las emisiones directas así como todas las indirectas asociadas a la producción de insumos de alimentación y sanitarios, siempre y cuando los mismos superasen la regla de corte establecida en el 1% de la masa total de la UF. Se tomó como guía las ISO 14040, 14044, 14049 y la PCR CPC 2111 -2113 (ISO, 2006 ay b, ISO 2012, EPD 2015).

Resultados

Como fruto del trabajo conjunto, se obtuvo la información organizada en dos planillas: una general de procesamiento de datos, que incluye los cálculos y adaptaciones de la información disponible al flujo de referencia/UF donde se volcó la información procesada a partir del *Caso de estudio*; y otra, la planilla de interfaz de la Red Argentina de Ciclo de Vida (RACV) en la que se transcribió las entradas y salidas del Inventario. Esta última, permite contar con la información en formato homologado, y es una contribución a la biblioteca de ICVs, previa a la consolidación de la base de datos representativa del sector.

Conclusiones

Las principales conclusiones que surgen de esta experiencia de capacitación sobre la temática del Análisis de Ciclo de Vida se resumen como:

- El grupo pudo dimensionar el esfuerzo real de la recolección de datos para el desarrollo de un ICV, registrar información de campo y hacer cálculos y estimaciones necesarias para consolidar el ICV del sistema de producción evaluado. Por otra parte, se identificó los faltantes de información primaria, principalmente en aspectos vinculados al registro de la gestión de residuos, aplicación de insumos veterinarios a demanda y otros aspectos pobres en calidad de datos, como la falta de medidores para registrar consumos de energía eléctrica y agua.
- Se dieron los primeros pasos en la consolidación de datos para la creación de un ICV de la producción porcina en cama profunda.
- Se abre la posibilidad de replicar la experiencia a partir de la planilla de relevamiento de información en otros sistemas de producción porcina.

Palabras clave: producción porcina, inventario de ciclo de vida, capacitación.



Red Argentina de Ciclo de Vida



Referencias

Suplemento Campo (2016) Diario La Nación, <http://www.lanacion.com.ar/1911103-el-consumo-de-cerdo-se-encuentra-en-un-nivel-record>, nota consultada el 08 de agosto de 2016.

Spinollo, L.; Mijoevich, F. y Skejich, P. Módulo de producción porcina de la Facultad de Ciencias Agrarias (UNR) Características técnicas y productivas

Asociación Argentina Productores de Porcinos (2015) Datos 2015, Informe Estadísticas <http://www.porcinos.org.ar/0018.htm>

ISO. (2006a). International Standard 14040. Life Cycle Assessment. Requirements and guidelines. International Organization for Standardization. Geneva.

ISO. (2006b). International Standard 14044. Environmental Management-Life Cycle Assessment-Requirements and guidelines. International Organization for Standardization. Geneva.

ISO (2012) Environmental management — Life cycle assessment — Illustrative examples on how to apply ISO 14044 to goal and scope definition and inventory analysis. © The British Standards Institution 2012. Published by BSI Standards Limited 2012, ISBN 978 0 580 72526 5

PRODUCT CATEGORY RULES (PCR) "Meat of Mammals" ACCORDING TO ISO 14025 (2015) PRODUCT GROUP CLASSIFICATION: UN CPC 2111, 2113. Disponible en www.environdec.com.



Red Argentina de Ciclo de Vida



ISBN 978-987-521-810-9



9 789875 218109



Ministerio de Agroindustria
Presidencia de la Nación