

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

Actas del IV encuentro Argentino de ciclo de vida
y III encuentro de la red Argentina de huella hídrica
Enarciv 2015

Rodolfo Bongiovanni
Leticia Tuninetti



AVANCES Y ESTADO DE SITUACIÓN EN ANÁLISIS DE CICLO DE VIDA Y HUELLAS AMBIENTALES EN ARGENTINA

ACTAS DEL IV ENCUENTRO ARGENTINO DE CICLO DE VIDA
Y III ENCUENTRO DE LA RED ARGENTINA DE HUELLA HÍDRICA
ENARCIV 2015

Editores:

Rodolfo Bongiovanni

Leticia Tuninetti



INTI



CÓRDOBA
Centro Regional Córdoba



RAHH
RED ARGENTINA DE HUELLA HÍDRICA



Red Argentina
de Ciclo de Vida



AVANCES Y ESTADO DE SITUACIÓN EN ANÁLISIS DE CICLO DE VIDA Y HUELLAS AMBIENTALES EN ARGENTINA

ACTAS DEL IV ENCUENTRO ARGENTINO DE CICLO DE VIDA Y III ENCUENTRO DE LA RED ARGENTINA DE HUELLA HÍDRICA. ENARCIV 2015

Editores:
Rodolfo Bongiovanni
Leticia Tuninetti

574.4 Av15 Avances y estado de situación en análisis de ciclo de vida y huellas ambientales en Argentina : actas del IV Encuentro Argentino de de Ciclo de Vida y III Encuentro de la Red Argentina de Huella Hídrica ENARCIV 2015 / editores: Rodolfo Bongiovanni, Leticia Tuninetti. -- Buenos Aires : INTA, 2016.
75 p. : il.

ISBN N° 978-987-521-677-8

i. Bongiovanni, Rodolfo. – ii. Tuninetti, Leticia

BIOLOGIA – MEDIO AMBIENTE – HIDROLOGIA – ARGENTINA

INTA - DD



**Dirección Nacional Asistente de Sistemas de Información,
Comunicación y Calidad**
Gerencia de Comunicación e Imagen Institucional
Comunicación Visual Diseño: *Liliana Estela Ponti*

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.

Selección de trabajos presentados en el IV Encuentro Argentino de Ciclo de Vida y III Encuentro Argentino de Huella Hídrica ENARCIV 2015

Comisión organizadora:

Rodolfo Bongiovanni
Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria,
EEA Manfredi, Córdoba
Universidad Católica de Córdoba,
Maestría en Agronegocios y Alimentos

Leticia Tuninetti
Instituto Nacional de Tecnología Industrial,
Centro Regional Córdoba

5 y 6 de Noviembre de 2015
Córdoba, Argentina

Contenidos

Huella hídrica en establecimientos lecheros de buenos aires, Argentina. Moyano Salcedo, A, Tieri, M. P.y Herrero, M. A.	11
Huella hídrica en tambos según diferentes sistemas de producción. Charlon, Verónica; Manazza, Jorge Francisco; Tieri, María Paz; Longo-Rodríguez, Candela; Engler, Patricia Laura	13
Huella hídrica de la cadena de maní en Argentina. Anschau, R.A., Bongiovanni, R., Tuninetti, L. y Manazza, F.	16
Medida del impacto sobre la calidad de agua en la etapa de producción de productos. Bárbara Civit, Roxana Piastrellini, Silvia Curadelli y Pablo Arena.	21
Aportes a la gestión de la huella hídrica en la producción de carne de cerdos: Evaluación del uso del agua en un criadero intensivo. Di Rienzo M. Belén, Fogolin Gisel.	26
Integración ACV y GIS para la valorización energética de residuos de poda del sector frutihortícola, NE de la Pcia de Bs. As. Schein, L., Pastorutti, O., Saucedo, L.	31
Evaluación de la producción de biogás por co-digestión de lodos y residuos sólidos. B. Morero, R. Vicentin y E. A. Campanella	37
Impacto climático del uso de suelos destinados a relleno sanitario. M. D. Caprile	43
Estudio ambiental preliminar de la industria citrícola de Tucumán basado en el análisis de ciclo de vida. Ignacio J. Peña, M. Berónica Apud, L. Patricia Garolera De Nucci, Hernán Salas, Fernando D. Mele, Andrea L. Nishihara Hun	46
Validez de la vía de impacto entre indicador y área de protección. Estudio de Caso: Trabajo infantil y su relación con Bienestar Humano y Desarrollo Social. S. Curadelli, A. P. Arena, B. Civit, R. Piastrellini, M. López	49
Comparación de diferentes mezclas nafta-etanol de caña de azúcar usando el análisis de ciclo de vida. Patricia Garolera De Nucci, Fernando Mele, Andrea Nishihara Hun y Gerónimo Cárdenas	51
Balance energético de la obtención de pelets de <i>Spartina argentinensis</i> . Jozami, E., Rearte M., Porstmann, J.C., Shocron, A.M., Martínez Pullido, G., Civit, B., Feldman, S.R.	53
Análisis de emisiones gases efecto invernadero de una planta productora de bioetanol y burlanda en la Provincia de Córdoba. Jorge A. Hilbert, Stella Carballo, Sebastian Galbusera, Juan Pablo Vitale y Nicole Michard	55
Huella de carbono de un monocomando de uso sanitario. M.Zito, R. Ariza, L. Tuninetti, S. Maugeri, F. Oneto y V. Diaz	58

Compuestos aglomerados a base de cáscaras de maní en matriz polimérica. Una aproximación al análisis de ciclo de vida. Emiliano Iussa; Victoria Granero, Pablo Govoni, Ricardo Arguello, Mariana Gatani	60
Estudio ambiental de la cadena de valor de la caña de azúcar en la Provincia de Tucumán considerando diferentes niveles tecnológicos. Andrea L. Nishihara Hun, Fernando D. Mele y Gonzalo A. Pérez	63
Estudio ambiental preliminar de la producción de sorgo azucarado en la Provincia de Tucumán usando el análisis de ciclo de vida. Patricia Garolera De Nucci, Javier Tonatto, M. Emilia Iñigo, Eduardo Romero	66
Estimación preliminar de la Huella de Carbono en la producción de té seco para exportación en Argentina. Lysiak Emiliano, Rotolo Gloria	68
Huella de carbono y energética en la producción de fibra de algodón. Roberto Sáez, Flavia Francescutti, Gloria Rótolo	70
Estudio comparativo del impacto ambiental de una vivienda convencional y de una vivienda sustentable en la etapa de la construcción. Chacón, Mercedes Andrea y D'Amelio, Aldana Florencia	73
III Encuentro Argentino de Ciclo de Vida y II Encuentro de la Red Argentina de Huella Hídrica ENARCIV 2015	76

Antecedentes

La consolidación de un mercado global ha establecido relaciones entre economías emergentes y desarrolladas, definiendo cadenas de suministro que elaboran productos y servicios que tienen enormes repercusiones, tanto desde el punto de vista económico como ambiental y social. En este contexto, las herramientas que poseen un enfoque de ciclo de vida han adquirido una gran relevancia, ya que permiten identificar los impactos asociados a cada transacción, y promover la mejora en las cadenas involucradas, desde la extracción de insumos, pasando por su procesamiento, elaboración de productos, comercialización, uso y fin de vida.

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

En el país se han conformado distintas agrupaciones tendientes a lograr estas sinergias. La Red Argentina de Análisis 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. Es miembro de la Red Iberoamericana de Ciclo de Vida (RICV), Red que agrupa a diversas organizaciones, como universidades, centros tecnológicos, entes de normalización, empresas, asociaciones profesionales, entes gubernamentales, profesionales individuales 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 les 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

Difundir las actividades que se realizan en el contexto nacional, y fortalecer las capacidades existentes para la utilización de las herramientas concebidas con óptica de ciclo de vida, tales como las huellas de carbono e hídrica, el análisis de costo de ciclo de vida, el análisis social de ciclo de vida, y el análisis ambiental de ciclo de vida.

Contribuir al establecimiento de sinergias entre los individuos e instituciones participantes, promoviendo el establecimiento de proyectos de cooperación, dirección conjunta de trabajos de tesis de distinto nivel académico, intercambio de datos, etc.

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 la compartición 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.

Sesiones técnicas

Eje temático: Huella de agua



Huella hídrica en establecimientos lecheros de Buenos Aires, Argentina

Moyano Salcedo, A¹, Tieri, M. P.² y Herrero, M. A.^{1*}

¹ Facultad de Cs. Veterinarias (UBA) Av. Chorroarín 280 (1427) CABA, (011) 45248415 * aherrero@fvvet.uba.ar

² INTA EEA Rafaela, Ruta34 Km 227 (2300), Rafaela, Santa Fe (03492) 440 121

Resumen

En los establecimientos lecheros el agua se requiere para bebida animal, en la instalación de ordeño, y en la producción de alimentos para el ganado. Estos usos prediales representan, en promedio, más del 80% del uso de toda la cadena productiva y por ello, cualquier iniciativa orientada a la gestión y uso eficiente del agua en la producción primaria de leche, es una de las estrategias más importantes para reducir su consumo y mejorar la eficiencia. La estimación de la huella hídrica (HH), mediante metodología de la Water Footprint Network, surge como un indicador que puede cuantificar los impactos potenciales relacionados con el agua consumida, evaporada o contaminada por unidad de producto. El objetivo de este estudio fue evaluar el uso del agua, mediante la aplicación de indicadores, identificando estrategias de manejo productivo que mejoren su gestión en sistemas lecheros. Se recolectó información por medio de encuestas en entrevistas (2011/2012) en 38 tambos de zonas de Abasto Norte (AN), Abasto Sur (AS) y Cuenca Oeste (CO) en la provincia de Buenos Aires. Se seleccionó como metodología a la denominada Huella Hídrica (HH) expresada en litros de agua/kg de leche corregida por % de grasa y proteína (L agua/ Kg ECM) según conversión $ECM (kg/año) = \frac{\text{Producción de leche (kg/año)}}{(0,0383 \times \% \text{ grasa butirosa} + 0,242 \times \% \text{ proteína} + 0,7832)} \times 1,138$. La HH total (HHT) se cuantificó como la suma del Agua Azul (HHAZ) y el Agua Verde (HHV), excluyéndose del análisis a la denominada Huella Gris, por ausencia de información fehaciente en la región que permitiera su cálculo.

Se consideró como HHAZ al consumo de agua en la instalación de ordeño (HHAZo), obtenida por mediciones *in situ*, como al uso del agua para bebida animal (HHAZb), estimado como consumo de agua de bebida (L agua/VT/día): $15,99 + (1,58 \times IMS (Kg/d)) + (0,90 \times PL (L/d)) + (0,05 \times Na (g/d)) + (1,2 \times T^{\circ} \text{ min. diaria } (^{\circ}C))$. El agua necesaria para producir los alimentos fue considerada como HHV, cuyo valor total estuvo determinado por la suma de HHVi, alimentos producidos en el predio (forraje en pie y conservado), y HHVe, alimentos ingresados al predio (balanceados, granos y suplementos). Para ambas (HHVi y HHVe) se estimó el uso de agua mediante los programas CLIMWAT® 2.0 y CROPWAT® 8.0 de la FAO, adaptados con datos propios de los predios y regionales. Los resultados para HHV (L agua/Kg ECM), fueron evaluados según variables de manejo, estructura y productivas e indicadores de eficiencia (EfAI= kg ECM/kg MS) e intensidad alimenticia (IntAI=kg MS/kg ECM) por correlación de Pearson ($\alpha = 0,05$) y se realizó una regresión lineal múltiple. Se determinó el mejor modelo utilizando distintos criterios de selección de variables (Cp Mallows, R2ajustado, Cuadrado Medio del Error y Stepwise). La HHT alcanzó valores promedio de 858 ± 406 L agua/Kg ECM. Este valor fue similar a los valores más bajos informados por diferentes autores a nivel internacional para diferentes países, que van desde 813 a 1804 L agua/ Kg ECM y resultó similar a otros estudios realizados en tambos en diferentes cuen-

cas de la Argentina, con diferente grado de intensificación y base pastoril. La HHAZ resultó en promedio $13,7 \pm 3,4$ L agua/kg ECM, donde el componente HHAZo representó un 58% y el HHAZb un 42%. La HHV representó en promedio un 98% del HHT (844 ± 405 L agua/kg ECM), representando la HHVi el 77,8% y la HHVe el 22,2%. Se puede interpretar esta situación porque todos los tambos correspondían a sistemas de base pastoril, en los cuales la alimentación se compone principalmente de forraje para pastoreo y silaje producido en el predio.

Tabla 1: Caracterización productiva, Indicadores de uso y eficiencia de uso del agua en 38 tambos de Buenos Aires

Variables e indicadores	Mediana (min-max)
Superficie (ha)	250 (56-1346)
Carga Animal (Vaca Total/ha)	1,3 (0,5–2,8)
Producción de leche* (Millones de Kg ECM/año)	1,6 (0,3 – 9,9)
EFAi (kg ECM/kg MS)	0,9 (0.8-1,2)
IntAL (kg MS/kg ECM)	1,0(0,7-1,2)
Ración total de la VO* (Kg MS/VO/día)	22,4 (28–14,3)
- HHV (L agua/ Kg ECM)	844 (323–1711)
- HHAZ (L agua/Kg ECM)	13,7 (6,1-23,1)
- HHT (L Agua Total /Kg ECM)	858,5 (1723 –336)

VO*: Vaca en ordeño * Producción anual por rodeo

La regresión lineal múltiple con diferentes variables de manejo, estructura y productivas e indicadores de alimentación (EfAl e IntAl) se muestra en el modelo obtenido con un r^2 de 0,55 $\hat{Y} = 1600,609 - 27,304$ kg de leche producida ($p = 0,021$) + $0,047$ L agua /kg MS forraje ($p = 0,024$) + $0,064$ L agua / kg alimentos externos ($p = 0,012$) - $452,666$ N° Vacas Totales / ha ($p < 0,0001$).

La alimentación de base pastoril, con bajo ingreso de alimentos externos, caracterizó a los predios evaluados. La carga animal (VT/ha) resultó ser la variable de mayor impacto, donde su incremento impacta en menor HHV ($p < 0,0001$), probablemente por mejorar el aprovechamiento del forraje. El manejo de la nutrición, una adecuada carga animal, y una relación de vacas en ordeño/vacas totales cercana al 80%, podrían ser factores importantes para disminuir la HH mejorando la gestión del agua en predios lecheros.

Agradecimientos: A los productores y profesionales entrevistados y a la financiación del programa UBACyT Proyecto 20020130100498BA.

Palabras clave: sistemas pastoriles, manejo productivo, uso del agua, carga animal, huella hídrica.

Huella hídrica en tambos según diferentes sistemas de producción

Charlon, Verónica^{1*}; Manazza, Jorge Francisco²; Tieri, María Paz¹;
Longo-Rodríguez, Candela¹; Engler, Patricia Laura³
^{1*} INTA EEA Rafaela. CC 22 (2300), Rafaela,
Santa Fe (+54)3492-440121 *charlon.veronica@inta.gob.ar
² INTA EEA San Luis-UNSL. CC 17 (5730), Villa Mercedes,
San Luis (+54)2657422616
³ INTA EEA Paraná. Ruta 11 Km 12,5, 3101 Oro Verde,
Entre Ríos. (+54)3434975200

Resumen

La producción de productos agropecuarios es responsable de los mayores volúmenes de uso de agua dulce en el planeta (Hoekstra *et al.*, 2014). El mercado agroalimentario y agroindustrial presiona a los sistemas agropecuarios a mayores volúmenes y productividades, promoviendo procesos de intensificación (Manazza, 2012). Por este motivo, resulta importante profundizar en el estudio de los factores determinantes del indicador de huella hídrica en sistemas agropecuarios para evaluar su eficiencia e impacto de uso de agua. Por su naturaleza, los sistemas de tambo bovino se destacan por su intensidad de uso del agua, y en el caso de productos lácteos, diversos estudios dan cuenta de la significatividad de la participación de la huella hídrica de la producción primaria respecto del total (Hoekstra *et al.*, 2011; De Boer *et al.*, 2013; Ridoutt & Pfister, 2010; Zonderland-Thomassen & Ledgard, 2012; Manazza y Charlón, 2013; Tieri *et al.*, 2013). El objetivo del trabajo es determinar la huella hídrica de sistemas productivos tamberos predominantes en la provincia de Santa Fe (SFe) y de San Luis (SL), identificando los factores que explican la variabilidad. 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 tres escalas de producción para SFe chico (C), medio (M) y grande (G) y un modelo con uso de riego SL. Se utilizó la metodología de Water Footprint Network (WFN) (Hoekstra *et al.*, 2011) para determinar la huella hídrica en términos de volumen consumido por unidad de producto HH_{WFN} (l/kg LC) para los distintos tipos de agua (verde, azul y gris). La unidad funcional fue un Kilogramo de leche corregido por grasa y proteína (LC) y el factor de asignación (FA)= FP leche = $1-5,7717 \cdot R$ (siendo R =kg carne/kg leche), ambas referencias de FIL-IDF (2010). Se utilizó el ClimWat 2.0® y Cropwat 8.0® (FAO) para los cálculos de Agua Verde y Azul (riego). Se determinó el volumen de agua gris por fertilizante nitrogenado, efluente y principales pesticidas en base a Franke *et al.* (2013). Conforme a la Norma ISO 14046:2014 se computó el consumo de agua dulce de bebida animal, producción de fertilizantes, energía eléctrica, combustibles, transporte de alimentos, uso en procesos de aplicación de agroquímicos y limpieza de equipamiento e instalaciones de ordeño. Se utilizó el Water Stress Index (WSI) (Pfister *et al.*, 2009) para evaluar el impacto de la huella hídrica sobre la disponibilidad de agua de los mismos, expresándose los resultados para la unidad funcional en H₂O equivalentes (H₂O-eq).

En términos volumétricos, el agua verde representa ampliamente el mayor componente de la huella hídrica total HH_{WFN} , explicada mayoritariamente por la producción de alimentos en el predio 69%, 80% y 66% para los modelos SFe-C, M y G respectivamente, y 58% para

SL. La Huella Gris representó entre el 1,5% y el 4% de la huella hídrica total. En cuanto al inventario de Agua Azul, el mayor consumo de agua resultó de bebida animal, siendo creciente su participación con la escala de producción: SFe-G (82.7%), SFe-M (73%) y menor el SFe-C (69%). La existencia de tecnologías de reutilización de agua en procesos de ordeño constituyen tecnologías críticas, reduciendo en promedio un 32% el Inventario total de agua azul y su impacto, y explicando los bajos consumos en procesos por unidad funcional, que resultan decrecientes con la escala. En el caso de SL, el uso de riego determina el valor final del inventario de agua azul, y su ubicación en una región de alta escases hídrica ($WSI=1$) magnifica el resultado de su impacto sobre la disponibilidad de agua: $WSc\ impact = 1.591$ Lts H_2O -eq/kg LC. Al igual que lo indicado en estudios previos (Manazza, JF., 2012; Manazza y Charlón, 2013) en el análisis de inventario se observa que los menores valores de HH_{WFN} , y Agua Azul se obtuvieron de los modelos más intensivos, hallándose que la mayor productividad individual y por hectárea compensa el mayor volumen de Inventario. Se concluye que los impactos de los sistemas de tambo sobre la disponibilidad de agua dulce pueden ser reducidos con prácticas y tecnologías que incrementen el uso eficiente de agua en procesos, optimicen las eficiencias de conversión animal y reduzcan los requerimientos de riego en zonas con bajos niveles de precipitaciones.

Tabla 1. Características de los modelos evaluados: principales indicadores.

	SANTA FE CHICO	SANTA FE MEDIO	SANTA FE GRANDE	SAN LUIS
Nº Vaca Totales (VT) ^a	128	170	250	82
Superficie (has)	90	120	190	119
Carga animal (VT/ha)	1.4	1.42	1.84	0.69
Producción leche/año (kg LC/año) ^b	533.780	770.611	1.809.111	426.368
Producción diaria (kg LC/VO/d)	14	16	18	18
% pastura-silo-concentrado en la dieta	56-17-27	47-33-20	46-28-26	52-10-38
Riego (m ³ /año)	0	0	0	756.540
Water Stress Index (WSI)	0.0106	0.0106	0.0106	1
Factor Asignación (FA)	0.86	0.84	0.864	0.89
HUELLA HIDRICA HH_{WFN}				2.502
(Verde+Azul+Gris) (Lts /kg LC)	1.343	1.280	1.025	
Huella Verde (Lts /kg LC)	1.316	1.239	998	1.446
Huella Azul (Lts /kg LC)	7	6	5	959
Huella Gris (Lts /kg LC)	20	35	22	97
Impacto de Huella Hídrica $WSc\ impact$ (Lts H_2O -eq /kg LC)	0.1802	0.1529	0.1335	1.591

^a Vaca Total (VT)= vaca seca (VS) + vaca ordeño (VO)

^b leche corregida (LC) por grasa y proteína.

Los resultados presentados en este trabajo forman parte del Proyecto de Cooperación Técnica INTA-INIA: “Determinación de la eficiencia de uso de agua en la lechería de Argentina y Uruguay” (2013-2015).

Palabras clave: huella hídrica, producción de leche, impacto.

Referencias

- Franke, N.A., Boyacioglu, H. and Hoekstra, A.Y. (2013) Grey water footprint accounting: Tier 1 supporting guidelines, Value of Water Research Report Series No. 65, UNESCO-IHE, Delft, the Netherlands.
- Hoekstra, A.Y., Chapagain, A.K., Aldaya, M.M. and Mekonnen, M.M. 2011. The water footprint assessment manual: Setting the global standard, Earthscan, London, UK.
- Manazza, J.F. 2012. Cuantificación y valoración económica del uso consuntivo del agua en los principales productos de las cadenas lácteas de La Pampa y San Luis. - 1a ed. – San Luis: Ediciones INTA, 2012. ISBN 978-987-679-109-0
- Zonderland-Thomassen, M.A. & Legard, S.F. 2012. Agricultural Systems. Vol. 110, July 2012, Pages 30–40.

Huella hídrica de la cadena de maní en argentina

Anschau, R.A.^{1*}, Bongiovanni, R.², Tuninetti, L.³ y Manazza, F.⁴

^{1*} INTA, Inst. de Clima y Agua. Av de los Reseros
y Las Cabañas, s/n. Castelar. +54 11 4621 0125
anschau.alicia@inta.gob.ar

² INTA EEA MANFREDI, ³ INTI CENTRO REGIONAL CÓRDOBA,

⁴ INTA AER V. MERCEDES

Resumen

En los últimos años se desarrollaron diversos indicadores para ilustrar la sustentabilidad de las actividades de producción o consumo de bienes y servicios de las sociedades. Entre ellos, han tomado impulso los conceptos asociados a las huellas como herramienta para cuantificar el nivel de apropiación de los recursos naturales por parte de la humanidad. Es así que surgieron los conceptos de Huella Ecológica, Huella de Carbono y Huella Hídrica (HH). Particularmente, la Water Footprint Network (WFN) desarrolla el indicador HH para conceptualizar y cuantificar la presión de la producción y consumo de una sociedad sobre los recursos hídricos.

Se trata de un indicador temporal y espacial que cuantifica, de manera integral, el consumo de agua dulce de un producto, permitiendo conocer la cantidad de agua empleada a lo largo de toda su cadena de producción. Uno de los principales aportes que brinda este concepto, es que diferencia claramente tres tipos de consumo de agua dulce: HH Verde, HH Azul y HH Gris. La HH Verde corresponde al agua de lluvia, fuente principal de agua en terrenos de secano y de la vegetación natural, que evapotranspira durante el crecimiento. La HH Azul es el agua de riego que es evapotranspirada durante el crecimiento de los cultivos, proveniente de cursos de agua superficiales y subterráneos. Por último, la HH Gris es el agua que se necesita para diluir los contaminantes (fertilizantes, pesticidas y efluentes industriales) que llegan a un sistema natural, de modo de cumplir los estándares de calidad establecidos.

El concepto de HH, al igual que el de Agua Virtual, apunta a un cambio de paradigma en la Gestión Integrada de los Recursos Hídricos y en las políticas hídricas, agropecuarias y comerciales en todo el mundo. Su estudio ayuda a identificar cómo y dónde, el consumo en un lugar, puede impactar los recursos hídricos de otro lugar. El foco de análisis es la sustentabilidad, eficiencia y equidad de la distribución y uso del agua en productos o patrones de consumo; tanto en contextos locales o globales, como en regiones geográficas (cuencas).

En este trabajo se calculó el volumen de agua verde, azul y gris a lo largo de toda la cadena de producción del maní de Córdoba, tanto en la etapa de producción agrícola como en la industrialización del mismo.

Materiales y Métodos

Es un estudio de caso sectorial de productores y empresas maniseras de Córdoba; abarcando las etapas de producción agrícola, procesamiento industrial, transporte de productos y valorización de subproductos.

Los datos técnicos de producción se obtuvieron de entrevistas con productores y profesionales del sector; además de visitas a plantas industriales procesadoras de maní. Se consultó bibliografía, datos estadísticos, y bases de datos como Ecoinvent versión 3.0 (2015). Se relevaron datos de la campaña 2011-12 y 2012-13, y se tomó la producción de 2013, que fueron 1.022.516 t de maní sucio y húmedo, con los rendimientos por Departamento informados por la Bolsa de Cereales de Córdoba. Se relevaron siete sistemas productivos representativos y cinco industrias que procesaron un 46% del total provincial, obteniendo 223.000 t de maní confitería y blanchado. El criterio de selección fue acordado con la Fundación Maní Argentino.

Para el cálculo de la HH de cada color (Verde, Azul y Gris) se utilizó el manual de la WFN (Hoesktra *et al*, 2009; 2011) en los casos de un cultivo, producto, negocio, empresa y grupo de consumidores para distintas escalas espaciales (provincia, país, cuenca).

El flujo de referencia es una tonelada (1 t) de maní en caja que sale del campo e ingresa a la industria. La asignación de la HH de productos y subproductos obtenidos se hizo por flujo de masa y por valor económico.

La etapa agrícola se segmentó en a) siembra; b) pulverización; c) arrancado; d) desca-potado; y e) cultivo de cobertura; mientras que la etapa industrial, en f) recepción, pre-limpieza, acopio y secado; g) procesamiento y servicios generales; h) almacenamiento y movimientos internos; i) blanchado; j) embalaje; y k) procesamiento del maní industria. Los productos obtenidos del proceso son: maní confitería, maní blanchado y aceite de maní crudo. Con respecto a los subproductos, para la cáscara, se compararon alternativas de aprovechamiento energético y alimentación animal; y para el tegumento consideró la alimentación animal.

Los datos agroclimáticos fueron tomados de la base de datos CLIMWAT de FAO, consi-derándose las estaciones de Laboulaye y Villa Reynolds. Los datos de Allen *et al* (1998) relacionados a las características del cultivo, fecha de siembra, duración de las etapas de crecimiento, coeficiente de cultivo (Kc), factor de respuesta de la productividad (Ky), pro-fundidad radicular, altura máxima y fracción de agotamiento hídrico (p), fueron modificados en base a la comunicación personal con especialistas en eco fisiología, fenología y edafo-logía de INTA Manfredi.

Para la HH Verde, el uso consuntivo de agua del cultivo o requerimientos hídricos (RAC) se estimó mediante la sumatoria diaria de la evapotranspiración durante el período completo de crecimiento, utilizando el programa CROPWAT 8.0. Se siguió el protocolo Evapotrans-piración de Cultivos: Guías para la determinación de los requerimientos de agua de los cultivos, de Allen y el Manual CROPWAT 8.0.

La HH Gris se evaluó según el reporte 65 de la WFN (Frankle *et al*, 2013). Se consideraron los herbicidas más utilizados (Glifosato y 2,4 D), y se asumió que el cultivo no se fertiliza. Se usaron factores de lixiviación estandarizados del 10%; una concentración natural nula (c_{nat} = 0); y umbrales de concentración máxima en agua de bebida publicados por EPA (PPDB 2015).

En la etapa industrial, se implementó el flujograma de la cadena del maní en el software Simapro® 8.0.3, según Bongiovanni, Tuninetti y Garrido (2014), evaluando los consumos

directos e indirectos de agua dulce en los distintos procesos industriales. Se tomaron los perfiles ambientales y consumos de agua de la base EcoInvent y con ello se asignaron los valores de HH Azul (directa e indirecta) para los distintos productos y subproductos obtenidos. El mismo método se utilizó para asignar la HH Gris.

Resultados

La HH Verde obtenida en la etapa agrícola fue de entre 1.672 m³/t de maní en caja (para el área de influencia de la estación meteorológica Laboulaye, Córdoba) y 2.276 m³/t (Villa Reynolds, San Luis), siendo esta variabilidad consecuencia de los rendimientos promedio de cada zona: 2,78 t/ha para Laboulaye y 1,8 t/ha para Villa Reynolds, y de las diferencias agroclimáticas de las distintas localizaciones estudiadas (con la consecuente diferencia de valores de precipitación efectiva). En la etapa industrial, el maní confitería y el blanchado tienen una HH Verde de 3.026 m³/t de producto, el maní industria 1.694 m³/t y la cáscara 40 m³/t.

La HH Azul en la etapa agrícola no es significativa porque el cultivo es a secano y sólo hay un consumo mínimo de agua azul en las pulverizaciones de agroquímicos, con una significancia inferior al 1%.

En la etapa industrial, se han determinado valores que oscilan entre 0 (pasta, tostado, grana o frito), 64 m³/t de garrapiñada, y 215 m³/t de maní crocante (se consideran todos los insumos utilizados para la elaboración de los distintos productos). La presentación también fue analizada, y dependiendo del tipo de envase utilizado, se pueden sumar entre 24 y 60 m³/t más de agua azul.

La HH Gris arrojó un valor medio de 54 m³/t de maní en caja en la puerta del campo, provenientes de la aplicación de pesticidas en la etapa agrícola.

Se destacan la mayor HHv del aceite, debido a que para extraer 1 t de producto se necesitan 2,5 t de maní industria. En segundo lugar aparecen los maníes procesados, y por último el maní crocante con la menor HH total, por el contenido de otras materias primas, como harina, azúcar, saborizantes y sal.

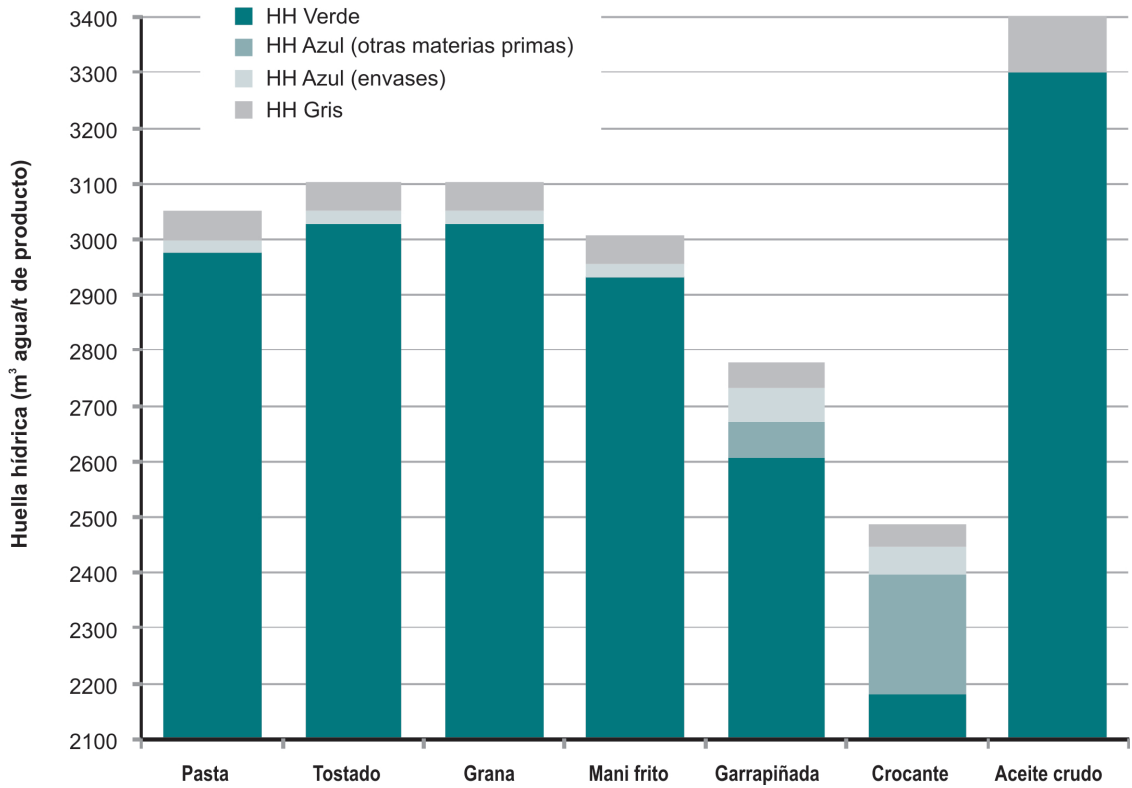


Gráfico 1: Huella Hídrica de los distintos productos elaborados en la cadena del maní.

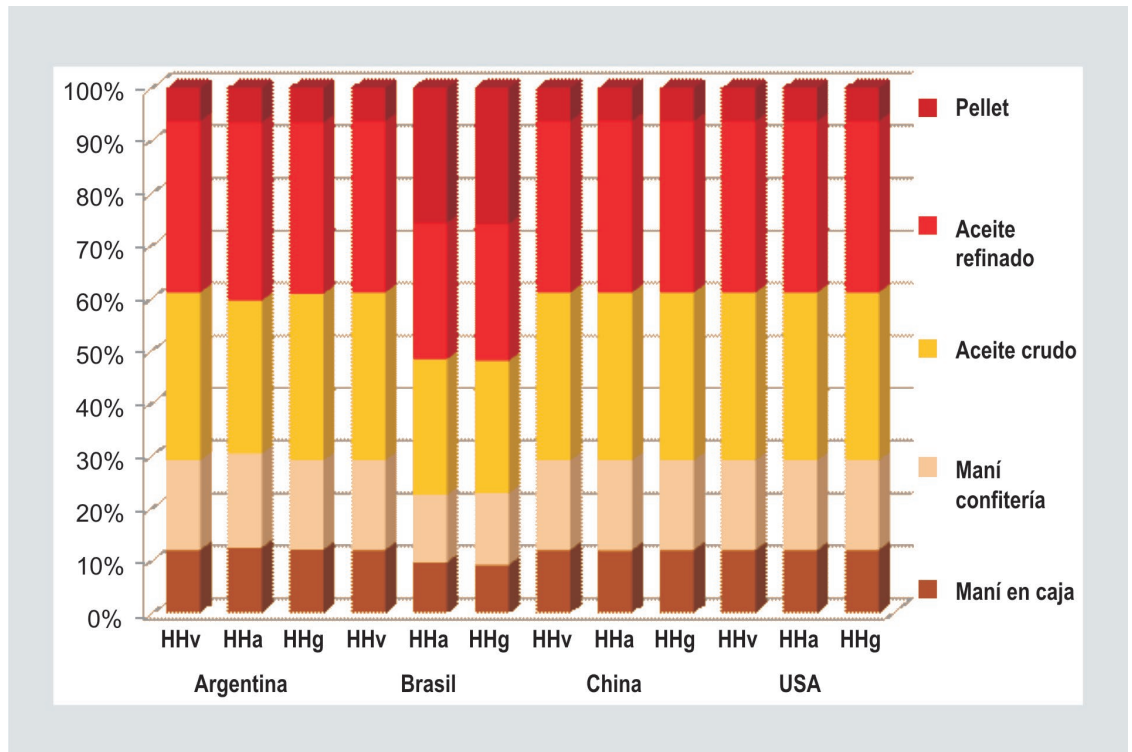


Gráfico 2: Comparativa entre la influencia de la HH verde/azul/gris en los distintos países productores.

Conclusiones

La industria manisera argentina presenta valores muy competitivos de Huella Hídrica si se los compara con otros países productores. Al tratarse de un cultivo realizado a secano y sin fertilización resulta en una ventaja competitiva, ya que la casi totalidad de su HH es verde (mas del 95% de la huella total se puede explicar por la producción primaria a secano). Mientras que en nuestro país la huella azul es equivalente a aproximadamente el 2% del valor de la huella verde, China alcanza valores superiores al 6% y USA al 20%. En tanto, las huellas hídricas grises (asociadas a contaminación), que son del 2% en Argentina, alcanzan valores cercanos al 19% en China y 15% en USA para todos los productos estudiados en la cadena.

La HH en la etapa industrial no es significativa, ya que se trata de procesos que no usan agua. La mayor HH del aceite, se explica por el 40% de contenido de aceite del maní industria.

En este trabajo se han presentado los valores de HH obtenidos a partir de un valor promedio de rendimiento del maní relativamente bajo (2,29 t/ha en nuestras observaciones), pero en un análisis más intensivo se pueden observar diferencias significativas en términos de productividad del agua en función de estos rendimientos.

Profundizar en estos análisis nos permitirá identificar áreas críticas sobre las cuales poder generar recomendaciones para optimizar aún más la productividad de los recursos hídricos en la cadena manisera.

Palabras clave: Huella Hídrica, Cadena del Maní

Medida del impacto sobre la calidad de agua en la etapa de producción de productos

Bárbara Civit^{1,2*}, Roxana Piastrellini^{1,2}, Silvia Curadelli² y Pablo Arena^{1,2}
^{1*} CONICET- Av. Ruiz Leal s/n (5500) Mendoza, 0261 5244310. bcivit@frm.utn.edu.ar
² Grupo CLIOPE- UTN FRM – Cnel. Rodríguez 273 (5500) Mendoza, 0261 5244693

Resumen

El ciclo de producción de un producto se considera desde la extracción de las materias primas, su pre-procesamiento y procesamiento hasta obtener el producto intermedio o final, y la etapa de envasado, empaque. En algunas o todas de estas etapas, se usa y consume agua que proviene de diversas fuentes. En la mayoría de los casos, parte del agua utilizada se incorpora al producto y forma parte de él, y parte retorna al sitio de donde se extrajo o se reincorpora al proceso productivo, pero su calidad final puede verse modificada respecto de la inicial. Entre los indicadores de un sólo impacto se encuentra la huella de agua, tanto bajo el enfoque de la Water Footprint Network¹ como el de la Norma ISO 14046². En los dos enfoques se contabiliza el impacto que es consecuencia del uso del agua sobre la disponibilidad del recurso y sobre la calidad o deterioro del mismo. Sin embargo, en este último caso, los dos enfoques difieren considerablemente en el método de cálculo y en el tipo de información que se obtiene con sus resultados. Este trabajo pretende mostrar las diferencias obtenidas en los resultados cuando se aplican las dos metodologías, y las oportunidades que ofrecen una sobre la otra dependiendo del objetivo del estudio que se está llevando a cabo. Para ello, se considera un caso de aplicación que involucra una fuente contaminante difusa (producción de uva para vinificar), en Mendoza, Argentina.

Enfoque de la Water Footprint Network

El concepto de Huella Hídrica propuesto por Hoekstra en 2002 (Hoekstra, 2002) distingue entre tres tipos de huella que dependen del origen que cada una tiene. La huella hídrica verde, es una medida del agua que se incorpora al producto proveniente de las precipitaciones y la huella hídrica azul, representa el agua consumida que proviene de fuentes superficiales y subterráneas (Hoekstra *et al*, 2011). Por último, la huella hídrica gris, es un indicador del volumen de agua necesaria para asimilar los contaminantes involucrados hasta alcanzar los niveles permitidos de concentración en agua (Franke *et al*, 2013). En términos generales, la determinación de la huella hídrica gris considera la carga de contaminante que ingresa en el cuerpo de agua receptor (L) respecto de la máxima carga tolerable (C_{max}) y la carga natural del sistema (C_{nat}) (Ecuación 1). El resultado se expresa en unidades de volumen por unidad de tiempo.

$$HH_{gris} = \frac{L}{C_{max} - C_{nat}} \quad (\text{Ecuación 1})$$

¹ Red de Huella Hídrica

² ISO 14046 - Environmental management — Water footprint — Principles, requirements and guidelines

Enfoque ISO 14046

Recientemente, ISO, mediante su norma 14046, proporciona principios, requisitos y directrices para la determinación de un perfil de huella de agua de productos y organizaciones con enfoque de ciclo de vida y sobre la base de la ISO 14044 y 14072 (ISO, 2015). Según esta norma internacional, un Perfil de Huella de Agua considera una serie de impactos relacionados con el agua, y está compuesto por los resultados obtenidos en varias categorías de impacto (eutrofización acuática, acidificación acuática, radiación ionizante, uso del suelo, ecotoxicidad acuática, entre otras), que reflejan no sólo el volumen extraído en una cuenca sino el impacto potencial sobre la disponibilidad, la escasez y la polución que esa extracción y subsecuente uso que ocasiona sobre los recursos, la salud humana y la calidad de los ecosistemas.

Caso de aplicación

Se consideró como Unidad Funcional la producción de 1 kg de uva Cabernet Sauvignon en el departamento de Junín, Mendoza. Los datos específicos de manejo del cultivo del caso fueron brindados por los responsables de la finca en entrevistas personales y corresponden a la campaña 2009–2010. La producción media fue de 9 tn/ha.

La huella hídrica gris se determinó según la metodología sugerida por Franke *et al* (2013), mientras que el perfil de huella de agua se determinó, por una parte, con los factores WSI propuestos por Pfister *et al* (2009), y por otra, con ReCiPe de Goedkoop *et al* (2013) con el software SimaPro v 8.05 de Pré Consultants (2015). Con la finalidad de detectar las actividades que mayor contribución tienen al uso del agua, se dividió la etapa de cultivo de uva en las siguientes sub-etapas: Labranzas, Agroquímicos (comprende la producción, los transportes asociados a la importación y al traslado de los mismos hasta el sitio agrícola), Energía para riego, Combustibles e Insumos de cosecha (se considera la fabricación y transporte de bines). Este análisis se llevó a cabo con categorías de impacto tipo “mid-point”.

Resultados

El volumen de agua dulce necesario para asimilar los agroquímicos aplicados en la etapa de cultivo de la uva para vinificar (huella hídrica gris) por unidad de producto resultó en 0,251 L/kg (Civit *et al*, 2012). Es un pequeño valor si se considera que la suma de huella hídrica verde y azul alcanza los 684 L/kg de uva. Esto es consecuencia de que en el sitio estudiado no es necesario aplicar fertilizantes. En el caso del perfil de escasez de huella de agua se encontró, para un WSI de 1, un valor total de 0,002036 m³/kg (Civit *et al*, inédito). Se completó el perfil de huella de agua, evaluando tres categorías de impacto de polución incluidas en ReCiPe (2013): Eutrofización acuática, Ecotoxicidad acuática y Radiaciones ionizantes. Los resultados obtenidos completan el impacto sobre la disponibilidad, y se muestra en las figuras 1, 2 y 3.

Las sub-etapas que más contribuyen a la eutrofización acuática son: insumos de cosecha y agroquímicos. El riego y el consumo de energía asociado, son los mayores contribuyentes

a la ecotoxicidad acuática y a las radiaciones ionizantes. Esta última categoría de impacto también se ve afectada en gran medida, la sub-etapa: agroquímicos.

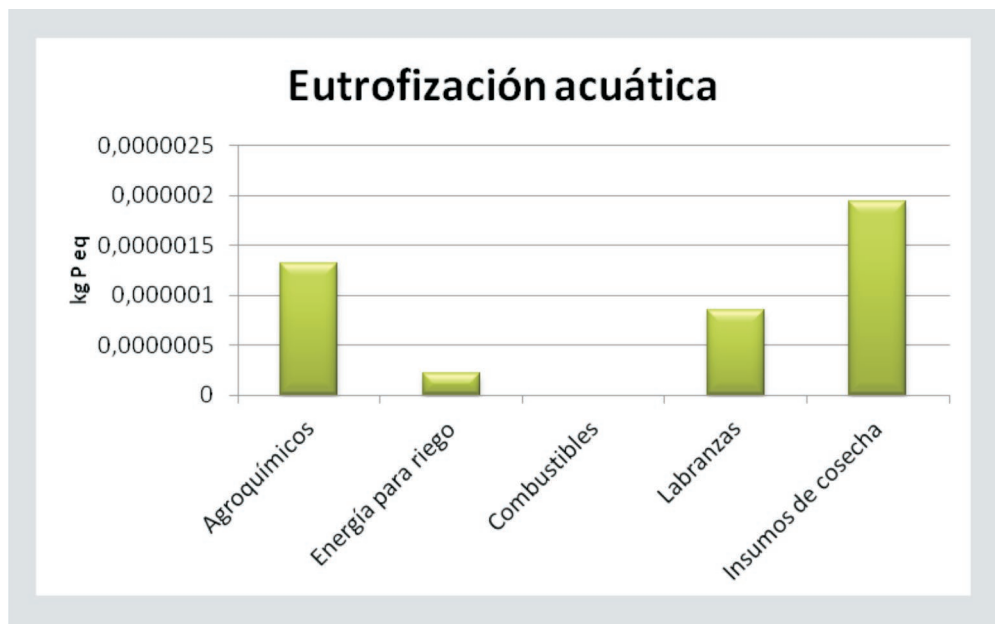


Figura 1: Eutrofización Acuática del Perfil de Huella de Agua

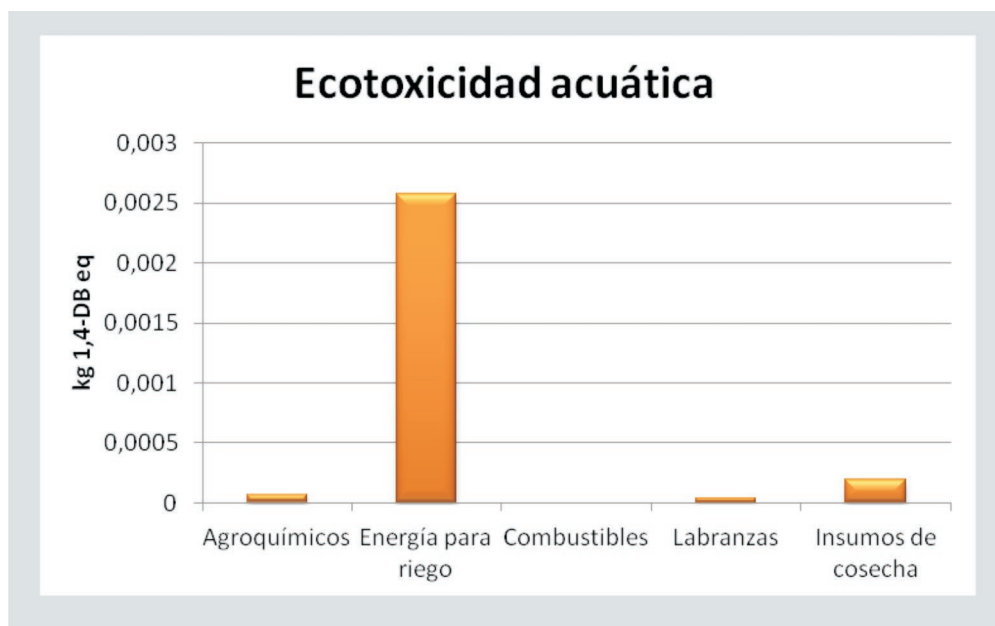


Figura 2: Ecotoxicidad Acuática del perfil de Huella de Agua

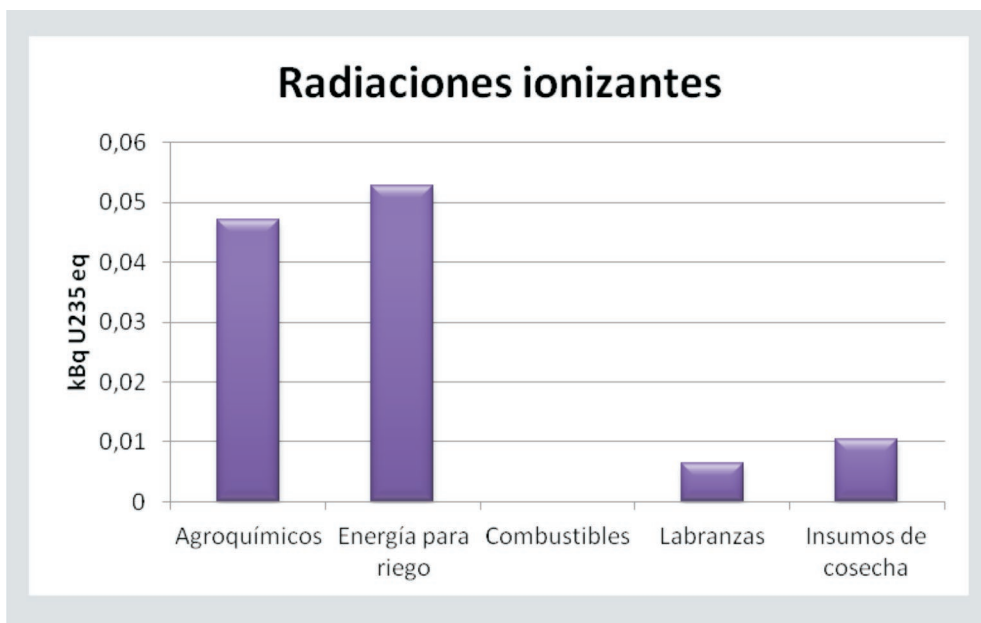


Figura 3: Radiación ionizante del perfil de Huella de Agua

Conclusiones

Al igual que lo realizado en este trabajo, se podría obtener el impacto a nivel de daño potencial, encontrando la contribución sobre la salud humana, la calidad de los ecosistemas o el agotamiento de los recursos. Pero, más allá de los resultados numéricos, se destaca que en el caso de la huella hídrica gris, el valor obtenido indica un volumen de agua dulce por unidad de tiempo o de producto, pero no revela completamente el efecto potencial que podría tener la extracción de ese volumen de una cuenca o la adición de los contaminantes a un cuerpo de agua y su consecuente impacto potencial sobre la eutrofización acuática, la calidad de los ecosistemas y la salud de las personas. Con el enfoque de la Norma ISO 14046, se puede evaluar el impacto potencial del uso de un volumen determinado de agua a lo largo del ciclo de vida de un producto o de alguna de sus etapas, que puede contribuir a la escasez de agua, pero también a la eutrofización acuática, a la acidificación de un cuerpo de agua o a la ecotoxicidad, entre otros impactos. Este último perfil puede usarse como indicador independiente de impacto por uso de agua, o puede formar parte de un estudio integral de ciclo de vida. Claramente se observan diferencias en los resultados con la aplicación de cada enfoque metodológico, que demuestran que la elección de uno sobre el otro depende del objetivo del estudio que se lleve a cabo.

Palabras clave: Agua, impacto, calidad de agua, contaminantes, ciclo de vida.

Referencias

Franke, N.A., Boyacioglu, H. and Hoekstra, A.Y. (2013) Grey water footprint accounting: Tier 1 supporting guidelines, Value of Water Research Report Series No. 65, UNESCO-IHE, Delft, the Netherlands.

- HOEKSTRA, A, CHAPAGAIN, A, ALDAYA, M y MEKONNEN, M (2011). The Water Footprint Assessment Manual. Setting the Global Standard. Earthscan, London Washington, DC.
- Civit B, Arena P, Curadelli S y Piastrelini R (2012) Indicadores de sostenibilidad. Huella de carbono y huella hídrica de un viñedo considerando distintos sistemas de riego en Mendoza, Argentina. Revista ENOVITICULTURA, Ed Editorial Tècnica Quatrebcn, S.L.L, N° 14 enero/febrero, ISSN 2013-6099
- Goedkoop, M; Heijungs, R; Huijbregts, M; De Schryver, A; Struijs, J and van Zelm, R (2013) ReCiPe 2008 - A life cycle impact assessment method which comprises harmonised category indicators at the midpoint and the endpoint level First edition (version 1.08) Report I: Characterisation

Aportes a la gestión de la huella hídrica en la producción de carne de cerdos: evaluación del uso del agua en un criadero intensivo.

Di Rienzo M. Belén^{1*}, Fogolin Gisel N.^{1*}
¹Universidad Católica Argentina – Facultad Fray Rogelio Bacon,
Pellegrini 3314- Rosario, Santa Fe, Argentina.
mbelendirienzo@hotmail.com; giselfogolin@hotmail.com

Resumen

En la Argentina, tanto el consumo como la producción porcina van aumentando y los pronósticos para el sector en los próximos años son optimistas a que se mantenga esta tendencia³. A fin de sostener la demanda actual y futura, es necesario lograr mejores resultados en el sistema productivo, que puede llegar a obtenerse intensificando alguna de las etapas del sistema, que son gestación, maternidad, destete y/o engorde.

La intensificación implica agrupar un mayor número de animales en una superficie menor, a fin de mantener controladas las variables alimentarias y sanitarias, principalmente⁴. Esto además trae como consecuencia la generación puntual de residuos y efluentes que de no ser tratados, pueden provocar un impacto negativo sobre el medio ambiente. La necesidad de adoptar indicadores para evaluar el uso de los recursos en estos sistemas toma especial relevancia en el marco nacional e internacional. La Huella Hídrica es una herramienta que permite medir el uso de agua por unidad de producto (Arjen Y. Hoekstra, 2002).

Con el objetivo de aplicar la metodología de huella Hídrica, se lleva a cabo un estudio de caso en un campo ubicado en la zona rural de Oliveros (Provincia de Santa Fe) que posee un criadero intensivo de cerdos con todas sus etapas confinadas dentro de galpones.

Durante los meses de Septiembre y Octubre se releva el consumo de agua directo e indirecto del criadero. El primero involucra el agua de bebida de los animales y la que se utiliza para la limpieza de las instalaciones, conocida en la metodología de huella hídrica como agua azul. En el caso de agua de lavado se cuantifica a partir de mediciones *in situ*, por medio de caudalímetros y el nivel de agua que presentan las fosas previo al vaciado.

El consumo de agua indirecto se divide en dos tipos. El primero es conocido como agua verde que cuantifica el agua que los cultivos demandan para su producción y sirven como alimento para los cerdos. Por otro lado el agua gris indica el volumen de agua gris indica el volumen de agua dulce que se requiere para asimilar la carga de contaminantes que produce el criadero, mas allá de las concentraciones naturales del lugar y la calidad del

³ Anuario- Porcino 2014, Ministerio de Agricultura, Ganadería y Pesca de la Nación.

⁴ Manual Buenas Practicas Pecuarias para la producción y comercialización porcina familiar. INTA

agua. Para determinar el agua gris, se realiza una caracterización del efluente mediante un monitoreo donde se analizan los siguientes parámetros: Fosforo total, Nitrógeno total, Nitrógeno amoniacal, Nitratos, Sólidos suspendidos totales, Sólidos suspendidos volátiles, DBO5, DQO. Dichos resultados serán contrastados con la concentración máxima permisible establecida por la normativa de referencia y concentración natural (0).

Desde el punto de vista de la Ingeniería Ambiental, los resultados de este trabajo permitirán generar recomendaciones técnicas y metodológicas para contribuir a la toma de decisiones por parte del productor; con la finalidad de gestionar de manera sustentable el recurso, a partir de un adecuado tratamiento al efluente y su posterior propuesta de manejo. A su vez se podrán comparar los resultados con trabajos anteriores relacionados a este proceso de producción o bien con otras cadenas productivas del sector agropecuario .

Palabras claves: Producción porcina, confinamiento, Huella Hídrica, indicador, gestión sustentable.

⁵ <http://waterfootprint.org/media/downloads/Mekonnen-Hoekstra-2012-WaterFootprintFarmAnimalProducts.pdf>

Sesiones técnicas

Eje temático:
Metodologías combinadas ACV y GIS



Integración ACV y GIS para la valorización energética de residuos de poda del sector frutihortícola, N.E. de la provincia de Buenos Aires

Schein, L.^{1*}, Pastorutti, O.1, Saucedo, L.¹
^{1*} Dpto. Cs. Básicas- Universidad Nacional del Luján, 6700,
lschein@unlu.edu.ar; lschein@gmail.com

Resumen

El aprovechamiento energético del residuo de poda es teóricamente viable para cualquier cultivo frutícola. Sin embargo, no es frecuente encontrarlo incorporado sistemáticamente en la operación del sector. La valorización de los residuos de poda, a través de la articulación coordinada y sustentable de su aprovechamiento, permitiría fortalecer la competitividad del sistema de producción local, a través de una mejora significativa del desempeño ambiental del proceso productivo generando una externalidad positiva y sostenible en el tiempo. La producción regional frutihortícola, se concentra en un corredor productivo en el Noreste de la Provincia de Buenos Aires, favoreciendo el aprovechamiento energético a nivel local de la biomasa residual de cultivo.

A través de la aplicación de ACV de forma comparativa, se han estudiado alternativas de procesamiento del residuo para su conversión a un vector energético sustentable y competitivo. Se evaluaron tres escenarios: elaboración de pellets, generación de gas de síntesis y producción de bioetanol. La conformación de los diferentes vectores energéticos ha contemplado los procesos productivos completos para la elaboración de cada uno, considerando su balance de masa y energía, insumos y transporte de materia prima. La información procesada, se homologa en valores energéticos para lograr una comparación efectiva entre las alternativas.

Tabla 1. PCI obtenido a partir del procesamiento de 1m³ de madera chipeada, para cada vector

Pellet	Gas de Síntesis	Bioetanol
2941,82 MJ	1618,44 MJ	1630,69 MJ

En particular el peletizado del residuo ha resultado la alternativa de densificación energética con mejor desempeño ambiental, siendo además, la más versátil en cuanto a su manipulación, distribución y utilización segura. A partir de este resultado, se busca avanzar en la determinación de la localización óptima de una planta de peletizado que pueda abastecerse de una cantidad de residuo de poda suficiente para lograr la economía de escala y garantizar la sostenibilidad de su funcionamiento a lo largo del tiempo.

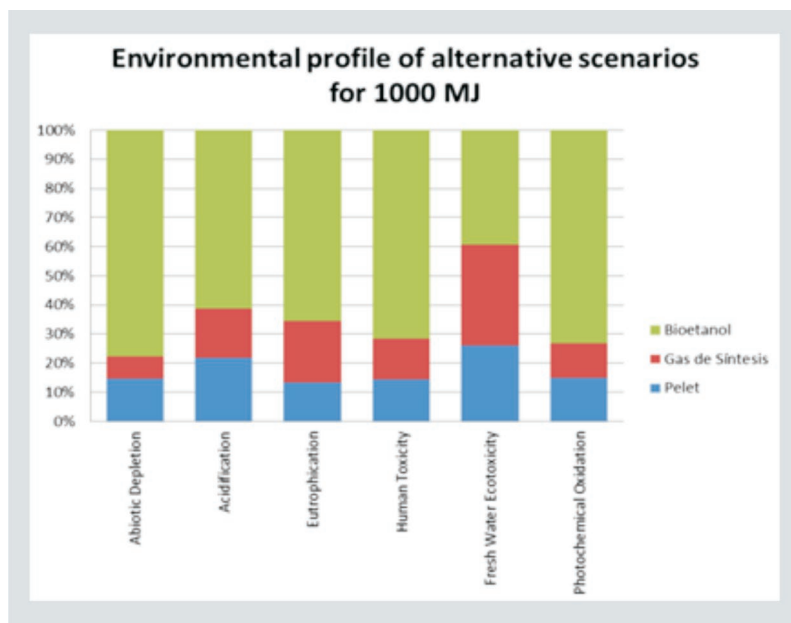


Figura 1. Perfil ambiental de los vectores energéticos.

Para ello, se evaluó la oferta del residuo de poda del cultivo de interés, considerando la superficie total cultivada con las especies de interés⁶ (5000 Ha) e infiriendo el volumen de residuo de poda disponible en el área de estudio y se realizó un análisis espacial multicriterio.

Las parcelas identificadas fueron incorporadas a un SIG junto a la red de caminos, cursos de agua y divisiones administrativas del área de estudio; a partir de ello, se consideró la aptitud del terreno y la distribución de las parcelas y se identificó el punto medio, hacia dónde el transporte de poda chipeada resulta el menor posible para todas las parcelas.

El sitio propuesto se localiza en San Pedro, lo que significa una distancia promedio, considerando el recorrido del transporte de los insumos por los caminos existentes, de 22 km, con extremos de 75 km para el caso de parcelas hacia el sureste. El lugar propuesto posee acceso directo a caminos, cercano a productores y centros urbanos, y fuera del área de influencia directa de un curso de agua importante. La accesibilidad asegura la llegada de los insumos y operarios de la planta y facilita la distribución de los productos.

Este análisis es particularmente válido para el escenario de producción de pellet (en vez de gas de síntesis o bioetanol) si se considera la necesidad de distribución del producto. El pellet puede ser distribuido en la región, incluso utilizando los mismos medios que transportaron la madera chipeada. Las alternativas tienen que ser derivadas en vehículos especiales a industrias y refinerías localizadas fuera del área de interés. Mientras que el uso de pellet dentro de la región significaría aumentar la distancia de transporte unos 40 km, las alternativas implican agregar 80 a 140 km solo para que el producto pueda ser utilizado.

⁶ Se encontraron 2 tipos de producción de acuerdo diferencias visibles en los patrones de arbolado, corroborados con relevamientos de muestras en campo.

Optimizada la eficiencia de la localización de la planta, se completa el análisis para lograr un aprovechamiento sustentable de la biomasa residual a escala comercial, que puede replicarse en otros sectores productivos para articular conjuntamente la gestión de residuos con potencial biomásico.

El análisis ambiental indica que el uso de los residuos de poda permite la sustitución parcial de combustibles fósiles, la reducción de las emisiones de gases de efecto invernadero y de otros impactos potenciales asociados con la producción de combustibles, evitando al mismo tiempo los efectos negativos derivados de la gestión de residuos inadecuada.

Se prevé profundizar el análisis económico y financiero para evaluar la viabilidad del proyecto y evaluar la posibilidad de articular la actividad de recolección y peletizado en cooperativas conformadas por los recolectores de fruta, cuya oferta de trabajo disminuye notablemente entre cosechas. Esta integración permitiría enfrentar una de las situaciones sociales más conflictivas del actual sistema de producción frutícola de la región, el fenómeno de cosechadores migratorios.

Palabras clave: Valorización de biomasa residual, ACV, GIS, producción frutícola NE Buenos Aires

Sesiones técnicas

Eje temático: Bioenergía



Evaluación de la producción de biogás por co-digestión de lodos y residuos sólidos

B. Morero^{1*}, R. Vicentin¹ y E. A. Campanella^{1,2}

^{1*} Instituto de Desarrollo Tecnológico para la Industria Química (INTEC),
Universidad Nacional del Litoral-CONICET, Güemes 3450, (3000)
Santa Fe, Argentina. Teléfono: (054) 0342 4559174.
email: bmorero@intec.unl.edu.ar

² Facultad de Ingeniería y Ciencias Hídricas, Universidad Nacional del Litoral,
Ruta Nacional N° 168 Km 472.4, (3000) Santa Fe, Argentina.
Teléfono: (054) 0342 4572533.

Resumen

En la actualidad, hay un interés creciente en el uso de la biomasa con fines energéticos con el fin de diversificar la matriz energética de Argentina dado el gran potencial que existe en el país. La digestión anaeróbica (DA) de dos o más materias primas diferentes se conoce como co-digestión. De acuerdo con la literatura, las plantas de biogás que realizan co-digestión pueden alcanzar rendimientos mucho mayores que aquellos con una sola materia prima además de mejorar la calidad del biogás.

Este trabajo analiza los impactos ambientales de la producción de biogás por digestión de los lodos producidos en la planta depuradora de la ciudad Casilda en la Provincia de Santa Fe. Los lodos son co-digeridos con la fracción orgánica de los residuos domiciliarios (FORSU) y la base del estudio es el análisis de ciclo de vida (ACV). El estudio fue realizado considerando la producción diaria de FORSU (17, 5 tn) y de lodos (24,4 m³) de la ciudad. El ACV se realiza de acuerdo a la norma ISO 14040-44 (ISO 14044: 2006) utilizando el simulador SimaPro. La metodología de evaluación de impacto aplicada fue Recipe midpoint con ocho categorías de impacto (graficadas en la figura 2): Climate change (GWP) [kg CO₂ eq], Terrestrial acidification (TA) [kg SO₂ eq], Freshwater eutrophication (FE) [kg P eq], Human toxicity (HT) [kg 1,4-DB eq], Photochemical oxidant formation (POF) [kg NMVOC], Particulate matter formation (PMF) [kg PM10 eq], Urban land occupation (ULO) [m²a] and Fossil depletion (FD) [kg oil eq].

Los límites del sistema se muestran en la figura 1. La unidad funcional (FU) elegida fue la cantidad de materia orgánica digerida diariamente. En la etapa 1 se definió el transporte de las distintas materias primas hasta la planta de biogás, luego se evaluó la co-digestión de los residuos orgánicos (etapa 2) y el tratamiento del biogás para su uso final (etapa 4). La co-digestión se mejoró con la adición de glicerol y para estimar la generación de biogás se utilizó el software GPS-X. Se contemplaron dos alternativas de uso final: generación de biometano para uso doméstico (opción 1) y cogeneración de energía eléctrica y calor (opción 2). Para la primera opción se elimina H₂S y CO₂ de la corriente de biogás crudo, mientras que en la segunda opción se elimina solamente H₂S. El proceso de remoción de H₂S se simuló en el software SuperPro por biofiltración anaeróbica, y con el mismo programa se simuló la remoción de CO₂ por absorción-desorción con agua como solvente. El digestato producido como subproducto de la DA, al ser rico en nutrientes, puede ser utilizado como fertilizante orgánico. El ACV incluye también los impactos asociados a la utilización de esa corriente en una plantación forestal (etapa 3).

En la figura 2 se muestran los impactos relativos a cada una de las etapas. La generación diaria de biometano resultó ser igual a 1300 m³ mientras que la generación diaria de energía eléctrica fue de 7900 kW (con la cogeneración de 8500 kW térmicos). La generación diaria de fertilizante se estimó en 4300 kg, suficiente para fertilizar anualmente una plantación forestal de 79 ha.

El ACV resulta una herramienta útil para evaluar los distintos escenarios de usos del biogás, mostrando el gran potencial de la co-digestion de lodos y residuos domiciliarios ya que no solo se reducen los impactos ambientales al eliminar residuos sino que se aumenta su valor económico y energético al producir biometano, electricidad y un potencial fertilizante.

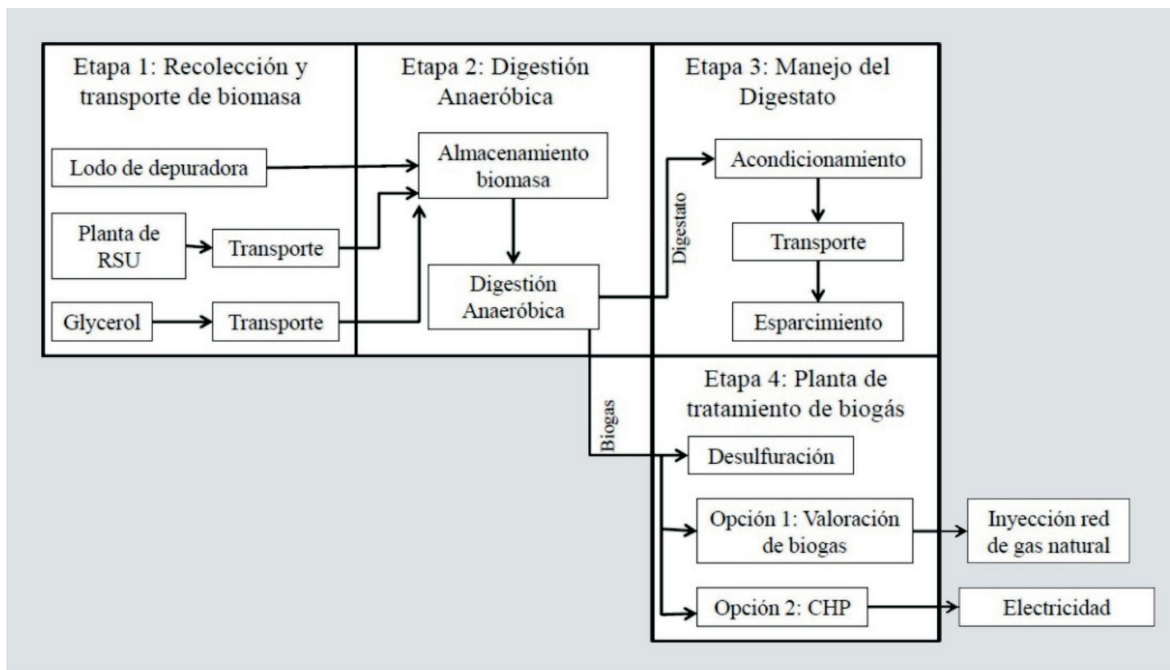


Figura 1. Límites del sistema de las diferentes etapas del proceso de producción de biogás

Palabras clave: Co-digestión, Biofiltración, Valoración de biogás, Biometano, Cogeneración.

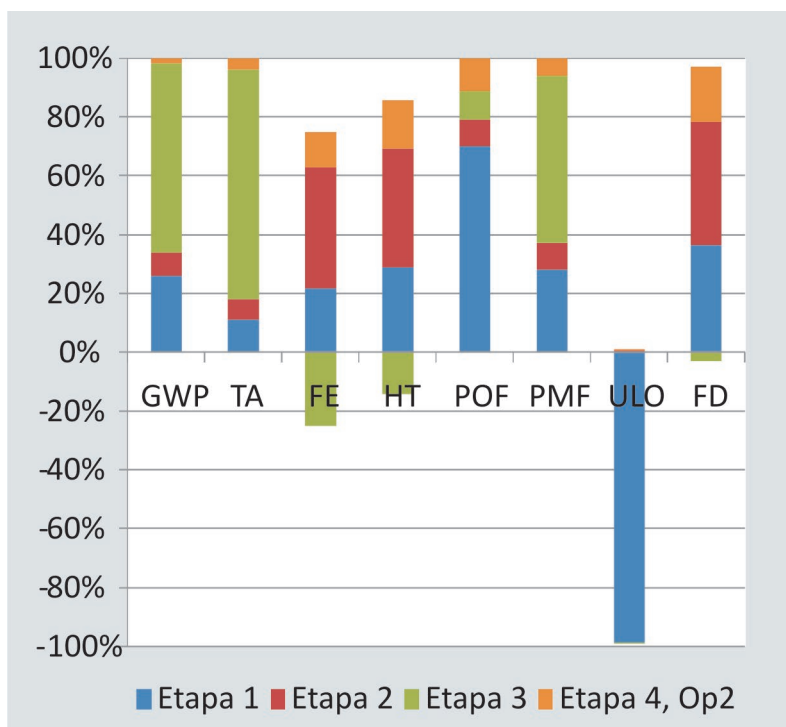
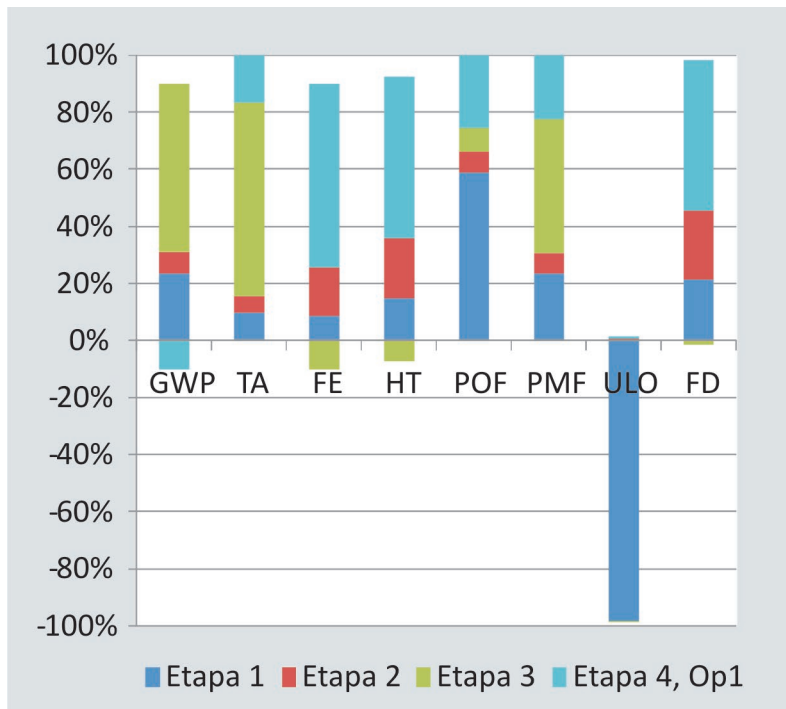


Figura 2. Comparación de los impactos asociados a la generación de (a) biometano y (b) CHP

Sesiones técnicas

Eje temático: Análisis de ciclo de vida



Impacto climático del uso de suelos destinados a relleno sanitario

María Daniela Caprile^{1*}

^{1*} Área de Ecología, Universidad Nacional de General Sarmiento,
Juan María Gutiérrez 1150. CP: 1613. Buenos Aires, Argentina.

Tel: +54 11 4469 7774

dcaprile@ungs.edu.ar – dcaprile@gmail.com

Resumen

En las grandes ciudades de la Argentina, la disposición final de los residuos sólidos urbanos (RSU) se realiza mediante la técnica de relleno sanitario. La ocupación de grandes superficies de tierra para la disposición final de residuos, genera la cancelación de diversos servicios ambientales del suelo, entre los que se encuentran: la producción de biomasa, la filtración y purificación del agua, la regulación de la erosión y la regulación del clima. Asimismo, la degradación anaeróbica de los residuos dispuestos en relleno sanitario libera a la atmósfera gases de efecto invernadero (GEI), principalmente metano y dióxido de carbono. Como lo demuestran los resultados de los estudios realizados por el IPCC (IPCC, 2001a, 2001b), aproximadamente del 10-23 % del metano antropogénico global generado y liberado a la atmósfera, es producto de la descomposición anaeróbica de los residuos depositados en rellenos sanitarios. En Argentina, las emisiones de GEI del sector residuos representaron en el año 2012 el 6% del total de las emisiones a nivel nacional (Tercera Comunicación Nacional sobre Cambio Climático, 2015). Por otro lado, los resultados del Análisis de Ciclo de Vida de la disposición final en relleno sanitario de los RSU del Municipio de San Miguel, Buenos Aires; demuestran que la categoría de impacto ambiental más importante es la de Potencial de Calentamiento Global (PCG) (Caprile y Ripa, 2014).

El relleno sanitario más grande del país, el Complejo Ambiental Norte III, se encuentra ubicado en tierras de los partidos del conurbano bonaerense de San Martín, San Miguel y Tigre, y se asienta en la región denominada Pampa Ondulada, perteneciente a la ecorregión Pampeana Argentina, poseedora de uno de los suelos más fértiles del país y del mundo⁷. Dicho Complejo Ambiental es gestionado por la CEAMSE⁸. Desde su creación, más de 800 has. han sido destinadas a la disposición final de residuos (Fernández, 2011). Entre 1996 y 2012, la totalidad de los RSU de la región dispuestos en rellenos sanitarios se incrementó en un 40%; pasando de 3.8 millones de toneladas en 1996 a 5,3 millones de toneladas en 2012⁹. En la actualidad el Complejo Ambiental Norte III procesa 17.000 toneladas diarias de RSU provenientes de la ciudad de Buenos Aires y el conurbano bonaerense. Al presen-

⁷ Mateucci, Silvia D. (2006). *La Sustentabilidad del Sistema Humano – Natural en el Norte y Noroeste de la Provincia de Buenos Aires*, en Mateucci y otros, *Crecimiento Urbano y sus Consecuencias sobre el entorno rural: el caso de la ecorregión pampeana*. Orientación Gráfica, Buenos Aires, Pág., 88.

⁸ CEAMSE (Coordinación Ecológica Área Metropolitana Sociedad del Estado), empresa creada en 1978 por los estados de la Provincia de Buenos Aires y la Ciudad de Buenos Aires para realizar la gestión integral de los residuos sólidos urbanos (RSU) del Área Metropolitana de Buenos Aires (AMBA).

⁹ Cálculos realizados por la autora en base a la información estadística provista por la CEAMSE.

te, la capacidad receptiva del Complejo está casi agotada¹⁰. El principal problema se centra en la falta de espacio para la radicación de nuevos rellenos sanitarios.

El Análisis de Ciclo de Vida, es una herramienta que se utiliza internacionalmente para evaluar los impactos ambientales de residuos depositados en rellenos sanitarios. Sin embargo, las categorías de impacto que se utilizan en la evaluación han sido desarrolladas en otros países, fundamentalmente europeos. Tal como lo ha estudiado Civit (Civit y otros., 2014), la aplicación de indicadores foráneos al estudio de casos locales, conlleva a la obtención de resultados que pueden no reflejar de manera adecuada la realidad estudiada. Esta situación pone de manifiesto uno de los desafíos más importantes que atraviesa la Región Latinoamericana: la necesidad de contar con inventarios y con modelos de evaluación de impacto de ciclo de vida que incluyan las características locales y regionales. En particular cuando la categoría de impacto ambiental a evaluar es el uso y transformación del suelo. En consecuencia, el objetivo del presente trabajo, que se encuentra en etapa de desarrollo, es presentar una propuesta metodológica para el estudio del impacto en el ciclo de carbono de los suelos que son destinados a relleno sanitario, a través del análisis de una de las funciones ecológicas del suelo: regulación del clima. La propuesta se basa en los trabajos de (Kollner y otros., 2013; Müller y otros., 2010).

Para verificar la validez de la propuesta metodológica, se analizan dos casos de estudio (San Miguel y Bahía Blanca), ambas ciudades situadas en la provincia de Buenos Aires con características territoriales y ambientales distintas, con el objetivo de mostrar las diferencias que se encuentran en los resultados cuando se confeccionan inventarios basados en datos locales y se aplican factores de caracterización dependientes del sitio de estudio.

Palabras clave: uso y transformación del suelo, factores de caracterización, residuos sólidos urbanos, huella de carbono, relleno sanitario, cambio climático.

Referencias

- Caprile, M.D., Ripa, M, (2014). A Life Cycle Assessment of Landfilled Municipal Solid Waste in Argentina: the influence of waste composition on Greenhouse gases emissions and other impacts. *Journal of Environmental Accounting and Management* 2, 141-159.
- CEAMSE. <http://www.ceamse.gov.ar/quienes-somos/>
- CEPAL (2014). La Economía del Cambio Climático en la Argentina. Primera aproximación. Pág., 21. Disponible en línea: http://www.cepal.org/cgibin/getProd.aspxml=/publicaciones/xml/8/52168/P52168.xml&xsl=/publicaciones/ficha.xsl&base=/publicaciones/top_publicaciones.xsl
- Civit, B., Arena, A.P., Allende, D. (2014). Determination of regional acidification factors for Argentina. *International Journal of Life Cycle Assessment* 19, 1632 – 1642.
- IPCC (2001a), *Climate Change 2001: Mitigation. Contribution of Working Group III to the third assessment report of the Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC)*, Cambridge University Press, Cambridge.

¹⁰ Información suministrada por funcionarios de la CEAMSE y corroborada con cálculos realizados por la autora en base a la capacidad receptiva del relleno y los envíos de 2008 a la fecha, que surgen de las estadísticas de la CEAMSE.

- IPCC (2001b), *Climate Change 2001: The Scientific Basis. Contribution of Working Group I to the third assessment report of the Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC)*, Cambridge University Press, Cambridge.
- Fernández, L. 2011. Mantenga limpia Buenos Aires. La impronta de la dictadura en la gestión de la basura del Gran Buenos Aires. Capítulo de libro en: *La cuestión urbana interrogada: transformaciones urbanas, ambientales y políticas públicas en Argentina* / Mercedes Di Virgilio [et.al.]. 1a ed., Buenos Aires, Café de las Ciudades, 2011.
- Gobierno de la República Argentina, 2015. Tercera Comunicación del Gobierno de la República Argentina a la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre Cambio Climático. Secretaría de Ambiente y Desarrollo Sustentable de la Nación. Inventario de Gases de Efecto Invernadero de la República Argentina – Año 2012. Sector Residuos. Disponible en línea: <http://www.ambiente.gov.ar/archivos/web/ProyTerceraCNCC/file/1.%20Inventario%20GEIs%20-%20Residuos.pdf>
- Koellner, T.; De Baan L.; Beck T.; Brandão, M.; Civit, B.; Margni, M.; Milà L.; Saad R.; Maia de Souza, D.; Müller-Wenk. UNEP-SETAC guideline on global land use impact assessment on biodiversity and ecosystem services in LCA. *Int J Life Cycle Assess* 18: 1188-1202 (2013).
- Müller – Wenk, R; Brandao, M. Climatic impact of land use in LCA – carbon transfers between vegetation/soil and air. *Int J Life Cycle Assess* (2010) 15: 172-182.

Estudio ambiental preliminar de la industria cítrica de Tucumán basado en el análisis de ciclo de vida

Ignacio J. Peña¹, M. Berónica Apud¹, L. Patricia Garolera De Nucci²,
Hernán Salas², Fernando D. Mele¹, Andrea L. Nishihara Hun¹

¹Dep. de Ing. de Procesos y Gestión Industrial, FACET,
Universidad Nacional de Tucumán, Av. Independencia 1800 (T4002BLR),
San Miguel de Tucumán, Argentina. anishihara@herrera.unt.edu.ar.

²Estación Experimental Agroindustrial Obispo Colombes. Av. William Cross 3150
(T4101XAC), Las Talitas, Tucumán, Argentina.

Resumen

El propósito de este trabajo es el de obtener una estimación preliminar de la huella ambiental de la industria cítrica en la provincia de Tucumán (Argentina), utilizando como herramienta el Análisis del Ciclo de Vida (LCA).

Las provincias productoras de limón en la Argentina son Tucumán, Salta, Jujuy, Corrientes, Entre Ríos, Misiones, Buenos Aires, Catamarca y Formosa. Tucumán concentra cada año alrededor del 87% de la producción y el 86% de la superficie argentina destinada al cultivo de limón, lo que posiciona a esta provincia como el centro productor más importante de este cítrico (Reporte Agroind. EEAOC, 2014). Por su parte, la Secretaría de Agricultura, Ganadería y Pesca de la Nación, a través del proyecto Agricultura Inteligente seleccionó al limón como uno de los productos agroexportables de interés. Además, es de destacar que el presente trabajo constituye uno de los pocos estudios basados en el LCA, tanto a nivel nacional como internacional, aplicados a la industria cítrica.

Para la definición de los límites espaciales del sistema se utilizó el enfoque “de la cuna a la puerta”, es decir desde el cultivo de la materia prima –limón-, hasta la obtención del aceite esencial, jugo concentrado y cáscara deshidratada, como productos terminados. Los datos utilizados en la fase de inventario son en su mayoría datos reales proporcionados por expertos en la actividad y por una empresa cítrica del medio. Como límite temporal, se consideró una campaña de cosecha anual. Como unidad funcional, se tomaron 100 toneladas de limón.

Para la fase de evaluación de impacto del ciclo de vida se utilizó la metodología CML-2001 y el caso de estudio se ha implementado en el software Simapro® 8.0.3 (PRé Consultant, 2014).

En el trabajo se consideraron dos métodos de asignación atribucional: por masa y económico. Los resultados muestran claramente el elevado impacto de la etapa agrícola debido

Tabla 1. Factores de asignación asociados a cada producto.

	Asignación por masa	Asignación económica
Aceite Esencial	0,76%	88,07%
Jugo Concentrado	8,44%	8,46%
Cáscara Deshidratada	90,79%	3,47%

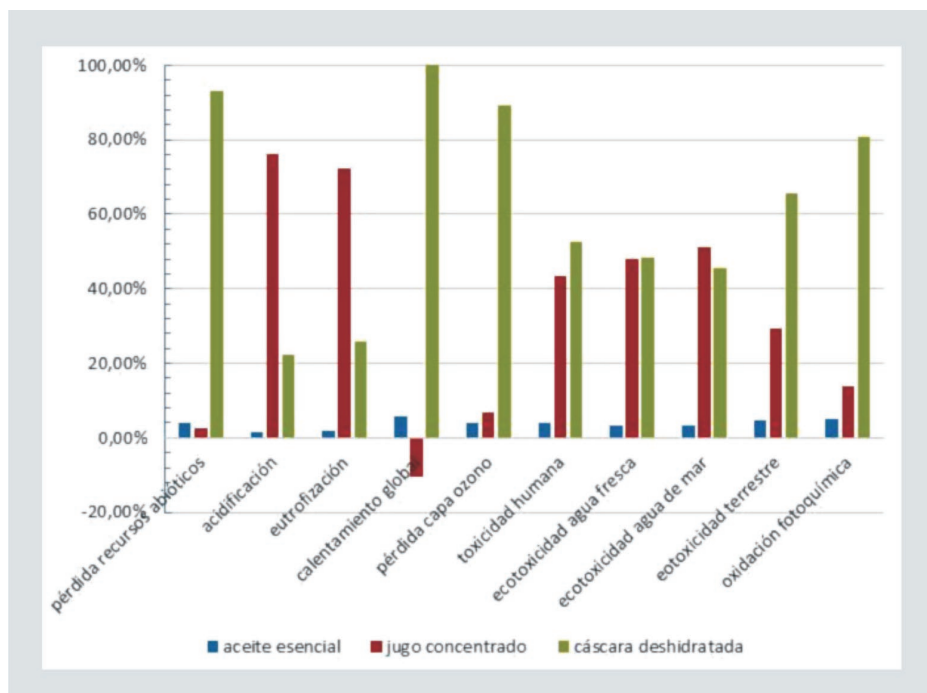


Figura 1 - Perfil ambiental de la industria cítrica. Asignación por masa

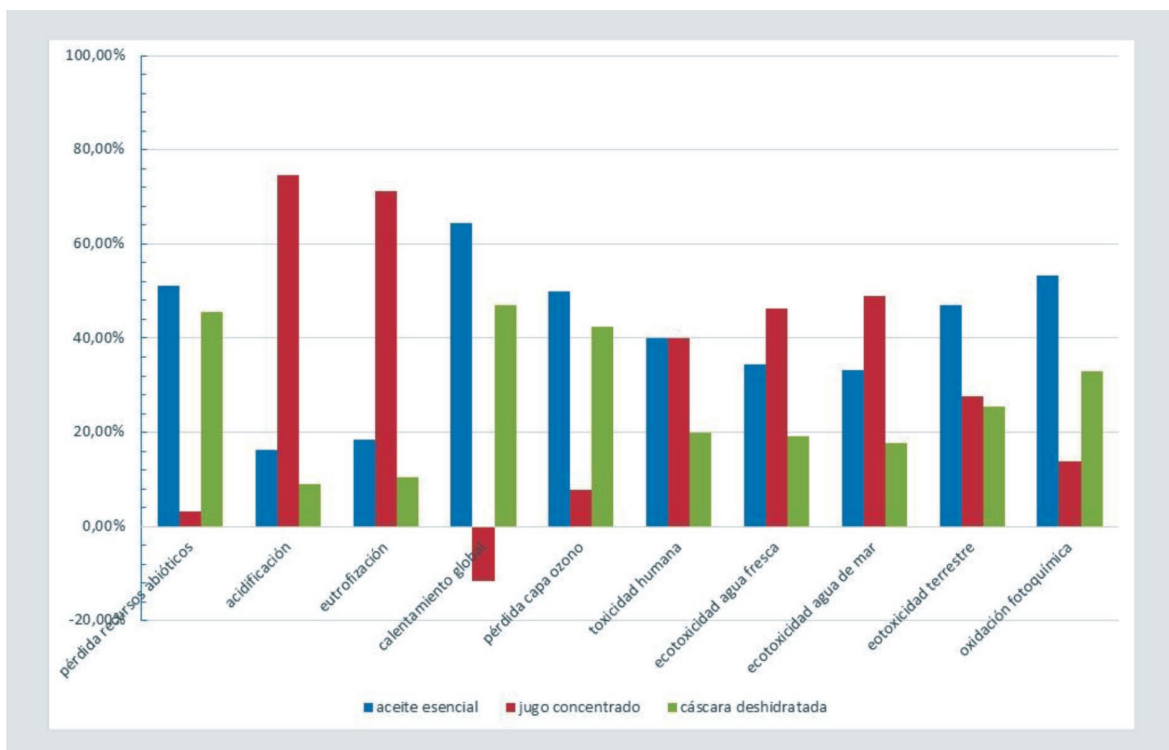


Figura 2 - Perfil ambiental de la industria cítrica. -Asignación económica

al uso de agroquímicos sintéticos, constituyendo esto una oportunidad de mejora. Los resultados son altamente sensibles al método de asignación utilizado. Para el sistema total, considerando el método de asignación por masa, se evidencia que el producto cáscara deshidratada es el que carga con la mayor parte del impacto. Usando el método de asignación económico, esta carga ambiental se traslada al aceite esencial (en las categorías agotamiento de recursos, calentamiento global, agotamiento del ozono y toxicidad humana) y al jugo concentrado (en las categorías acidificación, eutrofización y ecotoxicidad acuática).

Palabras clave: limón, aceite esencial, jugo concentrado, cáscara deshidratada, asignación por atributo

Validez de la vía de impacto entre indicador y área de protección.

Estudio de Caso: Trabajo infantil y su relación con Bienestar Humano y Desarrollo Social

S. Curadelli^{1*}, A. P. Arena^{1,2}, B. Civit^{1,2}, R. Piastrellini^{1,2}, M. López¹

¹ Grupo CLIOPE – Universidad Tecnológica Nacional – Facultad Regional Mendoza.
Cnel. Rodríguez 273 – C. P. 5500 – Mendoza, Argentina. Tel. 5244693
silvia.curadelli@gmail.com

² Consejo Nacional de Investigaciones Científicas
y Técnicas – CCT – Avenida Ruiz Leal s/n. C. P. 5500 –
Mendoza, Argentina

Resumen

Antecedentes, objetivo y alcance: La temática sobre el desarrollo sostenible ha impulsado, a nivel mundial, iniciativas sobre los métodos para la evaluación de los impactos a nivel ambiental, social y económico. En relación a este desarrollo, existe un creciente interés por la inclusión de aspectos sociales en el análisis del ciclo de vida como complemento al estudio medioambiental de los productos y sistemas en los últimos años (Jorgensen *et al.* 2008). Esta tarea se ha iniciado con el desarrollo de la denominada Evaluación del Ciclo de Vida Social (SLCA, sus siglas en inglés). La experiencia con SLCA está creciendo y se está desarrollando para incluir una multitud de impactos, que van de los impactos directos sobre los trabajadores a las consecuencias sociales más amplias. Según UNEP-SETAC (2009), existe una gran variedad de métodos y enfoques en el campo, dependiendo del objeto de interés. Considerando que el objetivo de la SLCA es evaluar los daños y los beneficios de cada “área de protección” (AP) con tanta precisión como sea posible, se deduce que las vías de impacto, describiendo la relación causa-efecto entre el indicador y el AP, deben tener una base teórica coherente por lo que los resultados del inventario pueden estar asociados con un daño o beneficio predecible para cada AP. Este trabajo analiza un modelo de relación desde el indicador hasta el AP en el SLCA considerando si la incidencia del “trabajo infantil” es una medida válida para impactos en las área de protección “Bienestar Humano” y “Desarrollo Social”.

Materiales y métodos: La base teórica para las vías de impacto entre los indicadores pertinentes y las AP (Jorgensen *et al.* 2010) son analizados sobre la base de un trabajo referido a la producción de ladrillos artesanales en El Algarrobal, Mendoza y con el esquema presentado en la figura 1.

Resultados: Los resultados muestran la falta de vías de impacto válidas. El mero hecho de que un niño está trabajando dice poco acerca de cómo esto puede dañar o beneficiar al AP, lo que implica que el indicador utilizado normalmente, “Incidencia de trabajo infantil” carece de validez en relación con la predicción de daño o beneficio en las AP analizadas del SLCA.

Conclusiones: El trabajo muestra que es posible evaluar la validez de las vías de

impacto en SLCA. Por lo tanto es posible utilizar el mismo marco que sustenta el Análisis de Ciclo de Vida Ambiental (ELCA, sus siglas en inglés). Sin embargo, puede, todavía, ser difícil hacer una cuantificación de los indicadores en términos de impactos en las AP, como es posible hacerlo en ELCA.

También muestra que, en relación con el caso analizado, la validez de las vías de impacto puede ser mejorada mediante la adopción de otros indicadores. Se proponen nuevos indicadores para mitigar el problema de vías de impacto no válidos. Sin embargo, varios problemas surgen en relación con las dificultades para la obtención de datos y con la utilidad de dichos indicadores como herramientas de gestión.

Recomendaciones: Considerando que el SLCA es un campo que está en una etapa de desarrollo incipiente, sería importante analizar las vías de impacto de otras categorías incluidas en el mismo, con el fin de establecer indicadores que reflejen mejor la realidad del daño o beneficio para las AP correspondientes.

Palabras clave: Análisis social de ciclo de vida, vía de impacto, área de protección, indicadores, fabricación artesanal de ladrillos.

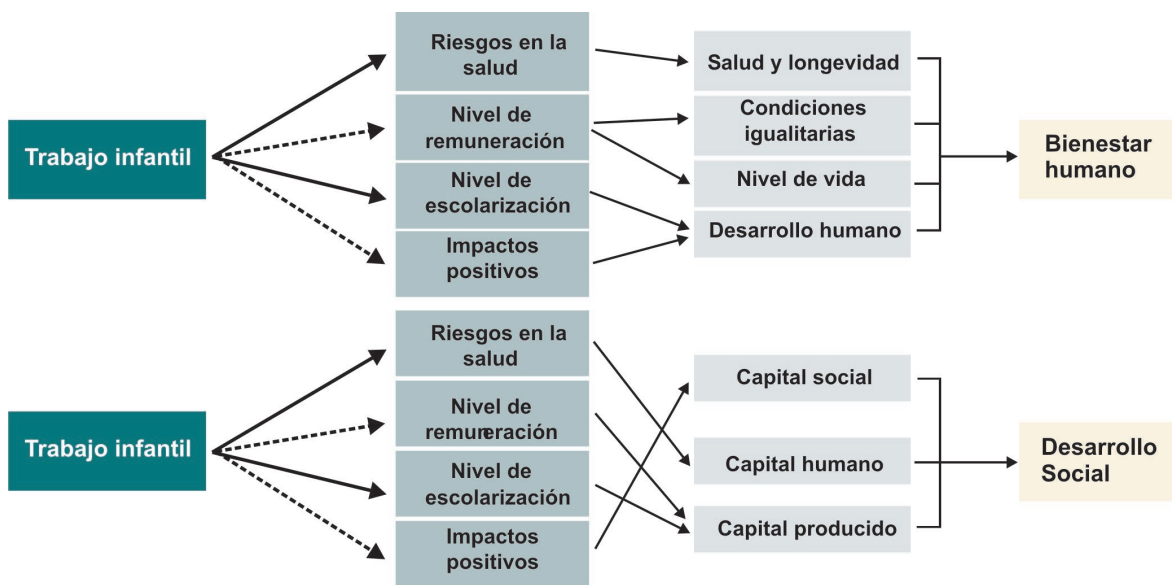


Figura 1: Vía de impacto para trabajo infantil.
Fuente: Elaboración propia sobre la base de Jorgensen et al. (2010)

Comparación de diferentes mezclas nafta-etanol de caña de azúcar usando el análisis de ciclo de vida

Patricia Garolera De Nucci¹, Fernando Mele²,
Andrea Nishihara Hun² y Gerónimo Cárdenas¹

¹EEAOC-Estación Experimental Agroindustrial Obispo Colombres.
Av. William Cross 3150 (T4101XAC), Las Talitas, Tucumán, Argentina.

Tel.: 381 452100. *pgarolera@eeaoc.org.ar

²Facultad de Ciencias Exactas y Tecnología,
Universidad Nacional de Tucumán, Av. Independencia 1800,
(T4002BLR) San Miguel de Tucumán. Tel.: 0381-4364093

Resumen

Argentina sancionó en 2006 la Ley 26.093 que proporciona el marco para la inversión, producción y comercialización de biocombustibles. Implementada en 2010, esta ley establece un contenido mínimo de bioetanol en la nafta de 5%, porcentaje que se espera vaya aumentando.

El etanol de caña de azúcar argentino se obtiene como co-producto del azúcar y su mercado principal es el interno. Se produce en 16 destilerías ubicadas en el noroeste del país anexas a ingenios azucareros y utilizan mieles del proceso de fabricación de azúcar como materia prima. No todas las destilerías cuentan con sistema de deshidratación para producir alcohol anhidro.

El objetivo del presente estudio es cuantificar y comparar el impacto ambiental de utilizar diferentes mezclas etanol-nafta en el motor de combustión interna de un automóvil estándar. Para ello, se utilizó la metodología del análisis de ciclo de vida (LCA). Las mezclas de combustible en comparación fueron: nafta; E10 (etanol anhidro 10% + 90% de nafta); E85 (etanol anhidro 85% + 15% de nafta) y E100 (etanol).

El impacto del proceso de producción de nafta se tomó de la base de datos Ecoinvent v3: Petrol, unleaded, at refinery /RER U.

Los límites del sistema considerado para el bioetanol comprenden desde el cultivo de la caña, la fabricación de azúcar y alcohol, hasta el uso del biocombustible en los automóviles en forma de mezclas con nafta. Este enfoque, “de la cuna a la rueda”, no incluye las etapas de fin de vida del producto bajo estudio.

El estudio es de alcance provincial y los datos son representativos de Tucumán (Argentina), recolectados directamente del campo, ingenios y destilerías, a través de entrevistas con expertos tanto de la agroindustria como de la Estación Experimental Agroindustrial Obispo Colombres (EEAOC), como así también de publicaciones especializadas. El horizonte temporal es de un año. La unidad funcional se define como 1 MJ de energía generada por la combustión del combustible en el motor de un automóvil convencional mediano. El sistema global analizado se ha dividido en cuatro subsistemas: campo, ingenio azucarero, destilería y uso.

Como método de asignación de carga ambiental se usó el criterio del contenido de masa entre los principales co-productos: azúcar y etanol.

El estudio de LCA se ha realizado con la ayuda del programa informático SimaPro® v8.0.5.13 (PRé Consultants) usando como método de evaluación de impacto el Eco-Indicador 99.

La Figura 1 muestra la comparación del uso de los combustibles analizados. Puede observarse que de las once categorías de impacto analizadas, ocho presentan un puntaje bajo y casi semejante para todos los casos considerados. Sin embargo, en las tres restantes, los resultados son apreciablemente visibles. Se observa una mejora con el agregado de bioetanol al combustible fósil en las categorías cambio climático y agotamiento de recursos fósiles. Sin embargo, en la categoría de enfermedades respiratorias debidas a sustancias inorgánicas, la relación es inversa: la mayor contribución del uso de bioetanol se debe al material particulado emitido en el ingenio azucarero y al uso de fertilizantes (urea) en el campo. También se observa que la diferencia porcentual no es considerable entre nafta y E10 debido a que la concentración de etanol en la mezcla es muy baja y por lo tanto prevalecen las contribuciones de la nafta.

A partir de este análisis, surge que la percepción de sustentabilidad asociada a los biocombustibles frente a los combustibles fósiles no es absoluta, sino que dependerá en gran medida de las prácticas adoptadas para disminuir el impacto ambiental de la cadena de producción de biocombustibles.

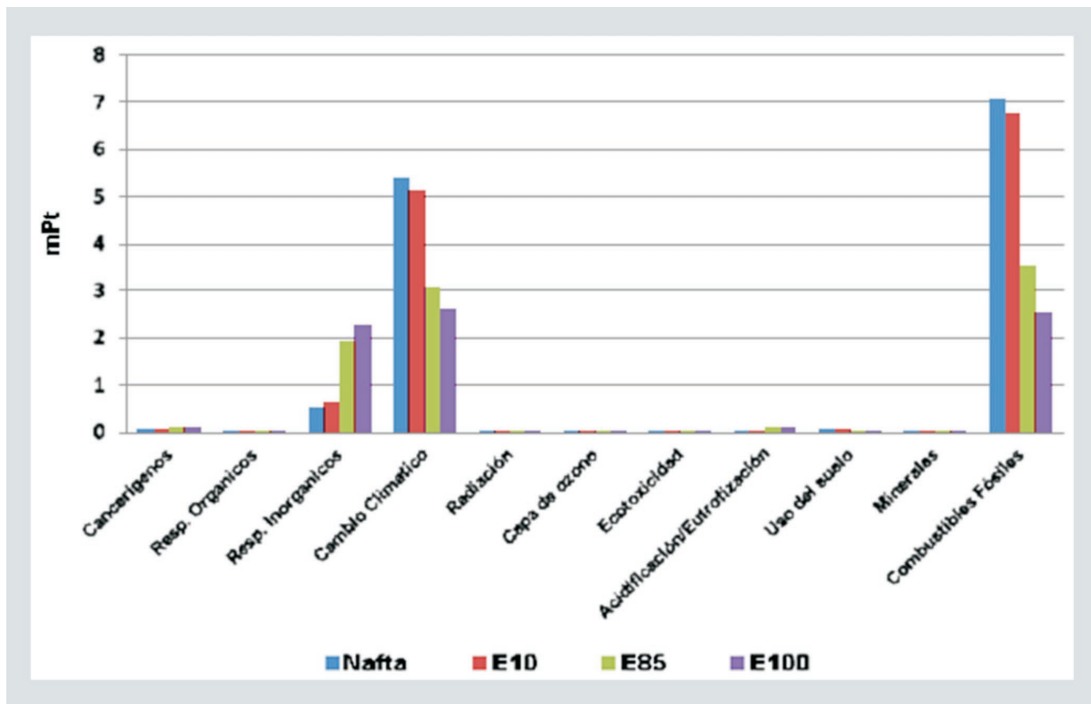


Figura 1. Perfil ambiental comparativo del uso de los diferentes combustibles.

Palabras clave: bioetanol, industria azucarera, análisis de ciclo de vida, impacto ambiental, nafta.

Balance energético de la obtención de pelets de *Spartina argentinensis*

Jozami, E.^{1*}, Rearte M.², Porstmann, J.C.¹, Shocron, A.M.¹,
Martínez Pullido, G.2, Civit, B.³, Feldman, S. R.1;⁴

¹Facultad de Ciencias Agrarias, UNR.

²INTI; ³CONICET-UTN – FRM; ⁴CIUNR *ejozami@unr.edu.ar

La obtención de energía a partir de fuentes renovables que disminuyan el uso de combustibles fósiles, se concibe como una de las principales medidas de mitigación al cambio climático. La biomasa lignocelulósica es una de las opciones más factibles puesto que la celulosa es el compuesto orgánico más abundante del planeta. *Spartina argentinensis* (espartillo) es una gramínea C4 dominante fisionómica de una extensa región del norte santafesino, parte del oeste de Santiago del Estero y del sur de Chaco, denominada “Bajos Submeridionales”, que comprenden más de 3 millones de ha. La región tiene suelos halohidromórficos, drenaje pobre con precipitaciones anuales de 800 mm hacia el oeste y 1200 mm hacia el este con elevada variabilidad interanual, razón por la cual se encuentra sujeta a ciclos de sequía e inundación. Los sistemas de producción predominantes de la región se basan en una ganadería de cría extensiva poco tecnificada: grandes potreros (circa 100 hectáreas) bajo pastoreo continuo. Debido a la baja palatabilidad del espartillo, máxime cuando se encuentra en estados vegetativos avanzados o de senescencia foliar, los fuegos prescritos son una práctica frecuente con el fin de obtener un rebrote de mayor digestibilidad. Sin embargo, esta práctica genera numerosas externalidades negativas: I- emisión de gases de efecto invernadero; II- producción y dispersión de material particulado (causante de afecciones en las vías respiratorias); III- riesgo de incendios no controlados; y IV- deterioro de infraestructura rural (postes y alambrados). En consecuencia, consideramos favorable aprovechar este recurso biomásico como fuente de energía renovable. A diferencia de los combustibles fósiles que se encuentran concentrados en distintos puntos del planeta, la distribución de la biomasa lignocelulósica está atomizada espacialmente y presenta bajo poder calorífico y densidad, lo cual determina que el costo energético de la etapa de transporte sea elevado. El objetivo de este trabajo fue cuantificar los consumos energéticos del corte, enrollado, transporte, acondicionado y peletizado de *S. argentinensis* en relación al contenido energético de la biomasa. La biomasa se obtuvo de un establecimiento ganadero cercano a la localidad de Coronda (Santa Fe), utilizando una cortadora de forraje y una enrolladora, obteniéndose 40 rollos de 50 kg de materia seca (MS), 29 kg/m³ de densidad (base húmeda), 38% de humedad y tamaño de hoja promedio de 700 mm, que se enviaron a una planta demostrativa del INTI (Presidencia de la Plaza, Chaco). La biomasa se acondicionó mediante tres transformaciones: I- picado grueso; II- picado con malla (25-50 mm y 66,9 kg/m³) y III- molido fino (0,2-0,5 mm y 165 kg/m³). Se hicieron pruebas de peletizado. En función de los consumos energéticos por tonelada base seca (CE) asociados a cada proceso y el poder calorífico inferior (PCI) se calculó el costo energético de aprovechamiento (CEA):

$$CEA = \frac{CE \text{ totales}}{PCI}$$

$$\frac{CE \text{ corte} + CE \text{ enrollado} + CE \text{ transporte} + CE \text{ acondicionamiento} + CE \text{ especializado}}{PCI \text{ de una tonelada de } Spartina \text{ argentinensis}}$$

Los cálculos se hicieron con datos reales y se obtuvo el balance energético y la Tasa de Retorno Energético (TRE):

$$TRE = \frac{\text{Energía obtenida/Kg de pellet}}{\text{Sumatoria de energía invertida en cada etapa/Kg de pellet}}$$

No hubo necesidad de agregar aglutinantes para el peletizado y los parámetros físicos del pellet obtenido se encontraron dentro de los rangos aceptables para los pellets de mayor calidad (A1) de la Unión Europea (figura 1)

Figura 1: resultados físicos de los pellets de *S. argentinensis* y comparación con los estándares europeos Enplus-A1 (EN 14961-2)

	valor real	Enplus -A1
Diámetro (mm)	6,4	6 ó 8
Longitud (mm)	13,9	≥ 3,15; ≤ 40
Humedad (%)	10	≤ 10
Densidad (kg/m3)	798,3	≥ 600
Durabilidad Mecánica (%)	99,6	≤ 97,5
Finos > 3,15 mm (%)	0,5	? 1

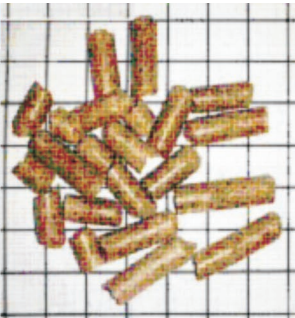
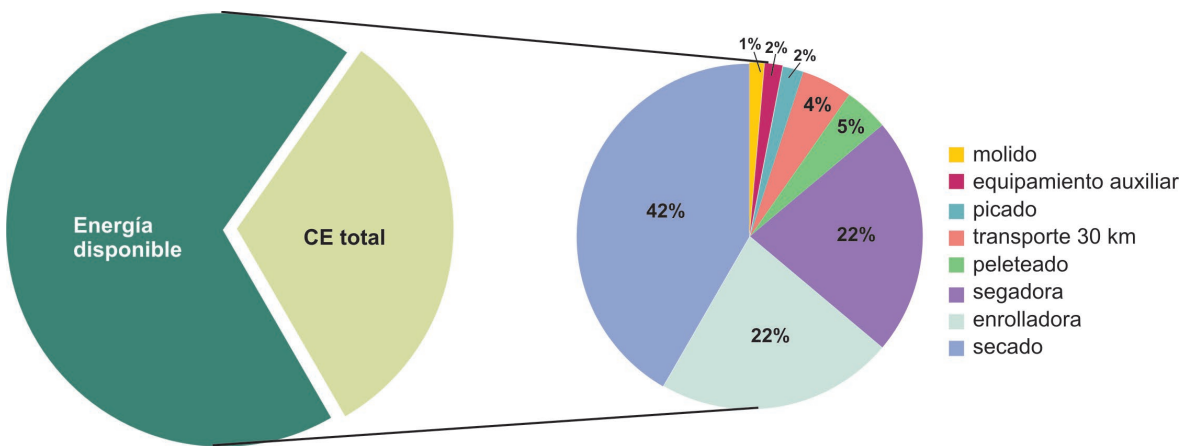



Figura 2: desglose de CE de las distintas etapas desde el campo hasta el pellet

El CEA obtenido con datos reales (CEtotales: 1660 kWh/tn de MS) es equivalente al 32% del PCI de la biomasa (figura 2). Las etapas críticas son el secado, segado y enrollado de la biomasa. A pesar de las siguientes ineficiencias factibles de mejorar: I- baja cantidad de kg de MS cosechados por hectárea; II- baja densidad de los rollos; y III- elevado % de humedad de los mismos, la TRE fue favorable (2,6). Los CE del secado podrían disminuirse sensiblemente con un oreado a campo, obteniendo rollos más densos y con un contenido de humedad cercano al 10% obteniendo un CEA de 2,5% y un TRE de 33,1.

Análisis de emisiones gases efecto invernadero de una planta productora de bioetanol y burlanda en la provincia de Córdoba

Jorge A. Hilbert^{1*}, Stella Carballo², Sebastian Galbusera³

Juan Pablo Vitale² y Nicole Michard,²

¹ Instituto de Ingeniería Rural INTA c.c. 25 1712

Castelar hilbert.jorge@inta.gob.ar

² Instituto de Clima y Agua INTA c.c. 25 1712

Castelar carballo.stella@inta.gob.ar

vitale.juan@inta.gob.ar michard.nicole@inta.gob.ar

³ consultor privado sebastiangalbusera@yahoo.com.ar

Resumen

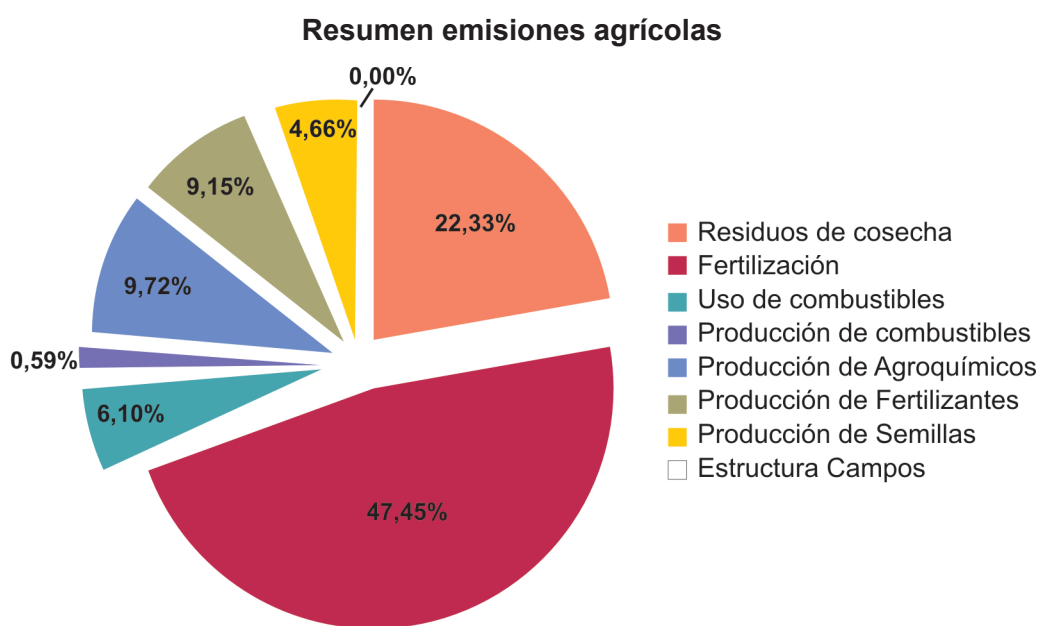
La Argentina ha desarrollado en muy pocos años una nueva industria ligada a la producción de maíz que produce bioetanol, concentrados proteicos alimenticios y dióxido de carbono como principales componentes de la transformación del grano. Esta industria nace optimizando e integrando procesos de manera de mejorar tanto su ecuación energética, económica como medioambiental. En este contexto el INTA inicia trabajos de investigación tendientes a caracterizar y valorar los diferentes productos generados por plantas comerciales en operación. En el presente trabajo se exponen los resultados obtenidos del estudio realizado sobre la empresa BioIV de Río Cuarto Córdoba. La literatura referida a la evaluación del bioetanol a partir de almidón de maíz es amplia variada y presenta fuertes contradicciones e inconsistencias. Entre 2005 y 2012 las emisiones de CO₂ del bioetanol de maíz de Estados Unidos (el más producido en todo el mundo) se han reducido un 26,2% con respecto a las naftas según un estudio de Life Cycle Associates encargado por la Renewable Fuels Association incluyendo las emisiones derivadas del cambio indirecto del uso del suelo (ILUC, en sus siglas en inglés). En las conclusiones se advierte de que esta diferencia se incrementará, ya que cada vez se utilizan fuentes de hidrocarburos (gas no convencional a través del fracking y arenas bituminosas) más intensas en emisiones de carbono. El bioetanol de almidón de maíz ha sido particularmente cuestionado dado su menor balance energético y la posible competencia con alimentos derivada de un uso no comprensión integral del uso múltiple que tienen la industrialización del grano en el mercado energético y de alimentación animal. Para la construcción de la metodología de estimación de emisiones de GEIs se tomó como base la Directiva europea, la cual plantea en sus Anexos¹¹, los conceptos a incluir para la estimar las emisiones del ciclo de vida y el cálculo de las reducciones logradas por los biocombustibles. A su vez, algunos conceptos no se los incluyeron por no corresponder en función al ciclo de producción de la empresa. Para el cálculo de los valores correspondientes a cada concepto se utilizaron las guías “Directrices del Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (IPCC por sus siglas en inglés) de 2006 para los inventarios nacionales de gases de efecto invernadero”.

¹¹ Anexo V: Normas para calcular el impacto de los biocarburantes, biolíquidos y los combustibles fósiles de referencia en las emisiones de gases de efecto invernadero

Debido a que estas guías no fueron diseñadas específicamente para el cálculo de las emisiones de un producto sino de países, fue necesario utilizar distinta bibliografía y fuentes de información. Para analizar las emisiones por tonelada producida de etanol se supuso que ambos co-productos (etanol y burlanda) participan con el mismo peso durante el proceso productivo. Así es que se obtiene una emisión estimada de 208 kg CO₂eq por tonelada de producto generado. Esto quiere decir que durante el proceso industrial se emitieron un total de 13.305 t CO₂eq en la producción de etanol y 37.236 t CO₂eq en la producción de burlanda. Los trabajos continúan ya que la empresa está integrando diferentes tecnologías y fuentes de energía como el biogás y la biomasa sólida.

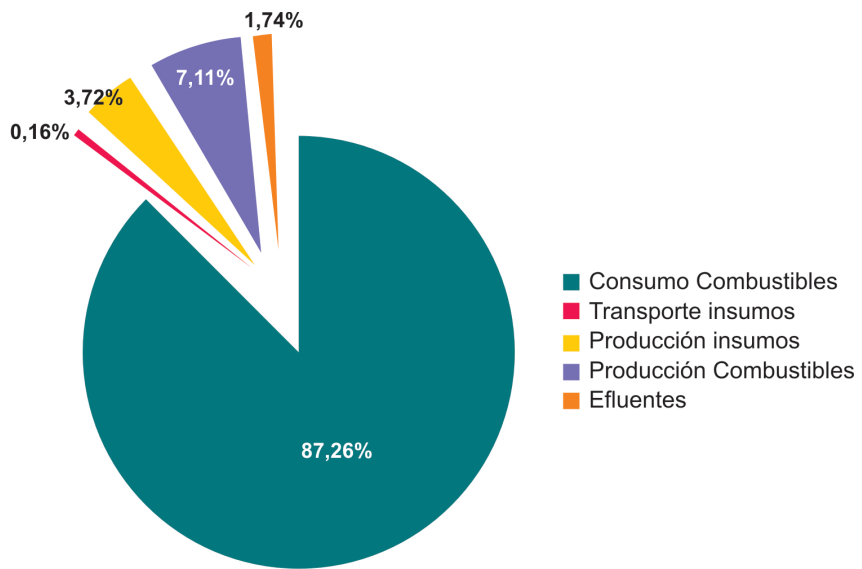
Tabla 1. Distribución de las emisiones por producto

Producto	Producción %		Emisiones t CO ₂ eq	Emisiones x Unidad	
	t	%		KgCO ₂ eq/t	grsCO ₂ eq/Mj
Etanol	64031	43%	43005	672	24,88
WDGS	179202	57%	56711	316	24,88
Jarabe*	3754	0%	0	0	



Cuadro 1. Emisiones del sector agrícola

Resumen emisiones industria



Cuadro 2 Emisiones industria

Palabras clave: maíz, bioetanol, burlanda, análisis de ciclo de vida

Huella de carbono de un monocomando de uso sanitario

DI M.Zito^{1*}, DI R. Ariza¹, Ing. L. Tuninetti²,

DI S. Maugeri¹, DI F. Oneto¹ y DI V.Díaz¹

^{1*} INTI Diseño Industrial (Av. Gral Paz 5445, edif 53, tel. (54 11)

4724 6387, sustentabilidad@inti.gob.ar)

(*)autor de contacto sustentabilidad@inti.gob.ar

² INTI Córdoba

Resumen

Palabras clave: Huella de Carbono, Diseño Sustentable, Ecodiseño, Análisis de Ciclo de Vida.

Propósito del estudio

La Huella de Carbono es un indicador que se utiliza para cuantificar y comunicar la cantidad de Gases Efecto Invernadero (o GEI) que emite un individuo, producto, proceso u organización a lo largo de su ciclo de vida.

Se trabajó conjuntamente con las áreas de ingeniería de producto y medioambiente de la empresa nacional FV, para obtener la Huella de Carbono de la grifería monocomando modelo “Puelo”, uno de sus productos de mayores ventas. Se buscaron oportunidades de mejora en cada una de las etapas del ciclo de vida de la mencionada línea de grifería.

El objetivo final de este proyecto es incorporar criterios ambientales para la toma de decisiones durante el proceso de diseño y desarrollo de un producto.

Metodología

Para cuantificar las emisiones GEI de “Puelo” se utilizó el enfoque de ciclo de vida, que usualmente analiza todas las etapas del producto: extracción de materias primas, fabricación de productos, distribución, uso y fin de vida.

La unidad funcional del estudio se definió en 5 años de uso del monocomando en un hogar con 2,6 habitantes, de la ciudad de Buenos Aires. Estos son los años que se asume será utilizado el artefacto antes de acabar su vida útil. Para esta Unidad Funcional se armaron los inventarios ambientales, que recogen los datos de las entradas y salidas consideradas en el sistema.

Para la Etapa de Fabricación se descompuso el producto en sus partes, y se analizaron los procesos productivos de cada pieza, cuantificando las materias primas, energía y transportes empleados.

Para las etapas de Distribución y Uso, se desarrolló un modelo teórico que permitió estimar la cantidad de agua consumida y de energía empleada en los cinco años de vida útil del producto, para captar, purificar, distribuir y calentar el agua que se usa en el monocomando. En relación a la etapa de Fin de Vida, en conjunto a INTI GIRSU, se desarrolló un esquema

para contemplar tanto la ruta del reciclaje de las piezas y el packaging, como la ruta hacia la Disposición Final.

Siempre que fue posible, se priorizaron los datos primarios aportados por la empresa fabricante. La información se completó con datos secundarios de diversas fuentes y bases de datos internacionales, por ejemplo Ecolnvent, disponible en el software Simapro® 8.0.3. Este fue el software usado para la evaluación del Impacto Ambiental. En esta fase el Inventario es traducido a emisiones, que son las que producen el Calentamiento Global. Para ello se utiliza una metodología desarrollada por el Panel Intergubernamental para el Cambio Climático (IPCC, por sus siglas en inglés), organismo dependiente de la ONU.

Principales hallazgos

Los resultados muestran que las mayores emisiones ocurren en la etapa de Uso, debido al calentamiento del agua para llevarla a temperatura de confort. Se realizó un Análisis de Sensibilidad, formulando 2 escenarios adicionales al caso base. En el Escenario 1 se redujo la cantidad de agua caliente utilizada, y en el Escenario 2 se eliminó completamente el agua caliente. Aún así, y a pesar que las emisiones bajan considerablemente continúan teniendo un peso muy importante en el ciclo de vida, tal como se aprecia en la figura 1.

Conclusiones

El estudio permitió identificar la importancia que presenta la etapa de Uso en un producto que consume recursos para llevar a cabo su función.

Por lo tanto, las iniciativas de mejora deberían ir dirigidas hacia la Etapa de Uso, concretamente hacia la interacción entre el producto y el usuario final, priorizando aspectos de eficiencia y comunicación para lograr un uso más racional y eficiente del agua caliente.

Por otro lado, no se debe menospreciar aquellas mejoras en el transporte de materias primas, piezas elaboradas y distribución del producto, y en la fabricación, donde la empresa controla un alto porcentaje de la operación.

Compuestos aglomerados a base de cáscaras de maní en matriz polimérica una aproximación al análisis de ciclo de vida

Arq. Emiliano Iussa^{1*}; DI Victoria Granero, Arq Pablo Govoni,
Dr Ricardo Arguello^{2*}; Dra. Arq. Mariana Gatani^{3*}
^{1*} emilianoiusa@outlook.com (UNVM, Av. Arturo Jauretche 1555,
Villa María, Córdoba - C.P.: 5900, tel: 0353-453 9103);
^{2*} rigachem@hotmail.com (CEVE, Igualdad 3585,
Córdoba, Argentina – C.P.: 5000, tel: 0351 4894442 / 4885176)
^{3*} mgatani@hotmail.com (UNVM, Av. Arturo Jauretche 1555,
Villa María, Córdoba - C.P.: 5900, tel: 0353-453 9103);

Justificación del tema

En el sector manisero, Argentina se ha consolidado como la principal proveedora de maní del mercado mundial, y se desarrolla de manera concentrada en la provincia de Córdoba, con el 95% de la cosecha nacional. El residuo cáscaras de maní representa un tercio del volumen recolectado correspondientes al maní en caja, alrededor de 300.000 t/año.

La disposición final de las cáscaras se traduce como un problema para el sector. Usos alternativos son su manejo como combustible para calderas, producción de carbón activado, o una porción aún menor para la alimentación ganadera tipo feedlot. El problema mayor es la quema a cielo abierto del desperdicio.

En este contexto, la posibilidad de desarrollar materiales con estos residuos lignocelulósicos en forma de principal agregado, permitiría tratar simultáneamente dos problemas ambientales: atenuar el impacto ambiental de los desperdicios de este sector agroindustrial y proponer una alternativa al uso de la madera industrializada.

La investigación que presentamos en este trabajo, se basa en paneles aglomerados de cáscaras de maní con resina poliuretánica como aglomerante, conformando un nuevo material adecuado para elaboración de equipamientos y envolventes en espacios interiores como alternativa de uso frente a la madera, paneles aglomerados tradicionales y MDF.

Objetivo General de la investigación

Desarrollar nuevos materiales a base de residuos de la industria manisera

Objetivo específicos

- Diseñar paneles aglomerados.
- Caracterizar propiedades físicas y mecánicas y evaluar resultados alcanzados.
- Desarrollar y sistematizar posibilidades de aplicación.
- Analizar críticamente las oportunidades de aceptación en el sector productivo y comercial.

Resultados

Los paneles resultantes poseen una densidad directamente proporcional al tamaño de partículas de las cáscaras, siendo las de menor dimensión las que determinan paneles de densidad mayor.

Todos los paneles obtenidos quedan clasificados como “Paneles de Baja Densidad” según norma ANSI A208.1:1999.

Los ensayos a la resistencia a flexión arrojaron valores que se encuentran en directa relación con los valores de densidad. Las probetas de mayor densidad (partículas más finas) son las que alcanzaron mayor valor de resistencia a esfuerzos de flexión.

Siendo MOR, módulo de ruptura, MOE, módulo de elasticidad, LOP; límite de proporcionalidad y tenacidad o energía específica

Los resultados obtenidos en ensayos de absorción a 2 h y 24 h permiten inferir que los paneles de granulometría finas presentan un valor menor a los elaborados con partículas gruesas.

Los resultados de hinchamiento a 2 h y 24 h muestran valores menores en las placas de granulometrías finas (tanto las elaboradas en un 100% como las que poseen las capas superficiales). Los resultados de estos ensayos son indicadores de que las partículas gruesas afectaron la calidad del encolado con lo que ofrecieron menor dificultad para la penetración del agua y su consecuente hinchamiento.

El valor de conductividad térmica alcanzado es de $0.11 \text{ W/m}^\circ \text{K}$, lo cual se considera un valor de baja conductividad, y contribuye a la aplicación de los aglomerados como aislantes térmicos.

Los aglomerados no permiten la propagación de llama al someterlos a fuego directo durante períodos prolongados (25 minutos), no se desintegran durante este proceso y no generan grandes cantidades de humo

El material presenta una muy buena capacidad para admitir acciones de perforado, abulonado, atornillado y clavado, mediante el uso de herramientas convencionales de construcción. Las fijaciones metálicas se mantienen en el seno de los aglomerados sin que se produzca la corrosión de estos elementos.

En cuanto al corte de este material, es muy variado dependiendo del tamaño de la partícula y la densidad de la placa, siendo las placas de menor densidad más propensas a desgranarse y tener menor precisión de borde.

Aplicaciones

Dados los resultados alcanzados, los aglomerados pueden emplearse en forma de placas, paneles y bloques aplicados a diferentes funciones no estructurales, ya sea como cerramientos verticales y/u horizontales o como elementos para mejoramiento de la aislación térmica en cerramientos o techos, objetos y mobiliarios.

Conclusiones y prospectiva

El residuo de la industria manisera se consolida como una opción viable para ser utilizado como materia prima para desarrollar paneles aglomerados aplicados en el diseño y la arquitectura.

La utilización del agregado cascara de maní como principal insumo para la elaboración de compuestos ofrece una alternativa viable a la disposición de grandes cantidades del residuo de la agro industria, que no tiene hasta el presente, una disposición adecuada a la escala de su disponibilidad sobreabundante.

El proceso de prensado con temperatura ha demostrado ser apto para la elaboración de paneles aglomerados de cáscaras de maní. Mejoras en el proceso deben ser incorporadas para alcanzar más alto desempeño de los paneles de cascara de maní.

El uso de resinas sin emanación de VOCs (compuestos orgánicos volátiles) se caracteriza como un proceso amigable con el ambiente, por reducir el grado de toxicidad durante el proceso de elaboración de compuestos.

Al desarrollar estas aplicaciones en diseño de mobiliario e interiores, se recomienda tratar la superficie del material frente a la exposición a la humedad, por lo que aplicaciones en espacios interiores serian aconsejables.

Futuros trabajos deberán profundizar metodologías de ACV basados en dos variables que este trabajo quiere poner en relieve: el uso de insumos que son el residuo sobre abundante de una de las agroindustrias más importantes de la región (cascara de maní); y un proceso que incorpora como adhesivo una resina que no contiene formaldehido y en consecuencia no emana VOCs de impacto negativo durante el proceso de moldeo con temperatura.

Bibliografía

- Granero, V., Gatani, M., Medina, J. C., Ruiz, A., Fiorelli, J., Kreiker, J., y otros. (2013). Determinación de la influencia del tamaño y forma de partículas de cáscara de maní en paneles aglomerados. *Quebracho*, 67 - 80.
- Mariana Pilar Gatani, V. G. (2015). Particleboards with peanut husks and castor oil polyurethane adhesive. En F. A. Lahr, & J. F. Almer Savastano Junior, *non-conventional building materials based on agro-industrial wastes* (págs. 277-296).

Estudio ambiental de la cadena de valor de la caña de azúcar en la provincia de Tucumán considerando diferentes niveles tecnológicos

Andrea L. Nishihara Hun¹, Fernando D. Mele^{1*} y
Gonzalo A. Pérez²

^{1*} Dep. de Ingeniería de Procesos y Gestión Industrial, FACET,
Universidad Nacional de Tucumán, Av. Independencia 1800
(T4002BLR), San Miguel de Tucumán, Argentina.
fmele@herrera.unt.edu.ar

² EEA Famaillá, Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria
(INTA), RP 301 km 32 (4132), Famaillá, Argentina.

Resumen

En la Argentina, la industria azucarera cuenta con 23 fábricas de azúcar (ingenios), 16 destilerías y 9 plantas deshidratadoras de etanol. Esta industria es uno de los pilares de la economía de la provincia de Tucumán (15 ingenios), donde prevalece una estructura productiva de cañeros independientes que desarrollan su actividad con diferentes niveles de tecnología (NT) y con distinto grado de acceso a los factores productivos.

Este estudio tiene como objetivo estimar el perfil ambiental de la cadena de valor de la caña de azúcar en Tucumán, teniendo en cuenta tres NT para las labores agrícolas: alto (HTL), medio (MTL) y bajo (LTL) (Giancola *et al.* 2012), cuyas principales características se muestran en la Tabla 1. Se exploran las implicancias de usar diferentes NT puesto que la fase agrícola ha sido identificada en estudios previos (Amores *et al.* 2013) como la mayor fuente de impactos en la producción de azúcar y etanol. Se ha aplicado la metodología del Análisis del Ciclo de Vida (LCA) con un enfoque “de la cuna a la puerta”: desde la producción de la materia prima (fase agrícola) hasta la producción de azúcar y etanol en la puerta de ingenios y destilerías. Los límites del sistema se han ampliado para incluir el impacto asociado a la producción de los insumos (fertilizantes, energía, etc.). La unidad funcional se ha definido en 1 kg de etanol anhidro a granel en la puerta de la destilería. Los datos utilizados para el inventario corresponden a los datos de la campaña (zafra) 2013. La información relacionada con las tareas agrícolas se ha tomado de productores locales, del Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA) y de otras instituciones gubernamentales. Respecto de la etapa industrial, los datos de ingenios y destilerías han sido proporcionados por la Universidad Nacional de Tucumán, completándose los faltantes con bibliografía y bases de datos específicas (ej.: Ecoinvent v3.1, www.ecoinvent.ch). Para la evaluación de impacto se utilizaron las diez categorías correspondientes al modelo CML2000 Baseline (CML, 2001), con el soporte de Simapro® 8.0.3 (PRé Consultants 2014).

La Figura 1 muestra el perfil ambiental del etanol anhidro a la salida de la destilería. Se observa un impacto ambiental “positivo” en calentamiento global debido a la captación de CO₂ durante el crecimiento de la caña. Para cada categoría, hay tres barras correspondientes al impacto de cada NT. La comparación se hace en una base porcentual, correspondiendo 100% al NT de mayor impacto. En cinco categorías de impacto, HTL tiene menor valor de impacto que MTL y LTL, y en ocho categorías, es mejor que LTL. Esto

se explica por el mayor rinde cultural en HTL, y al hecho de que, en HTL, no hay quema pre-cosecha de la caña como lo hay en MTL y LTL. LTL tiene menor impacto en solo dos categorías (ozono y toxicidad acuática). Esto se debe al uso menos intensivo de ciertos agroquímicos (y residuos de envases).

Como conclusión, las prácticas asociadas al HTL reducen el impacto ambiental en la mayoría de las categorías: el mayor consumo de diésel (y generación de emisiones) por hectárea asociado al mayor grado de mecanización en este NT se ve atenuado por el mayor rinde cultural, dado que la comparación tiene como base cantidad de caña producida. Un estudio ulterior podría contrastar esta mejora con el cambio económico y social aparejado a la adopción de uno u otro NT. Por último, es importante resaltar que la investigación sobre aplicación del LCA en esta área es aún limitada en la Argentina.

Referencias

- Amores, Mele, Jiménez, Castells. 2013. Life cycle assess. of fuel ethanol from sugarcane in Argentina. *Int. J Life Cycle Assess.* 18: 1344-1357.
- CML 2001. Institute for Environmental Sciences (CML). Leiden University, The Netherlands.
- Giancola. Morandi, Gatti. 2012. Causas que afectan la adopción de tecnología en pequeños y medianos productores de caña de azúcar de la Prov. de Tucumán. Enfoque cualitativo. Bs. As.: Ed. INTA.
- PRé Consultants. SimaPro® 8.0.3. 2014. www.pre-sustainability.com.

Tabla 1. Principales características de los tres niveles tecnológicos considerados para las labores agrícolas

	Alto (HTL)	Medio (MTL)	Bajo (LTL)
Rendimiento [t/ha]	75	62	55
Sistema de cosecha	mecanizado	semimecanizado	semimec. + manual
Quema del rastrojo	escaso	total	total
Uso de agroquímicos	intensivo	moderado	escaso

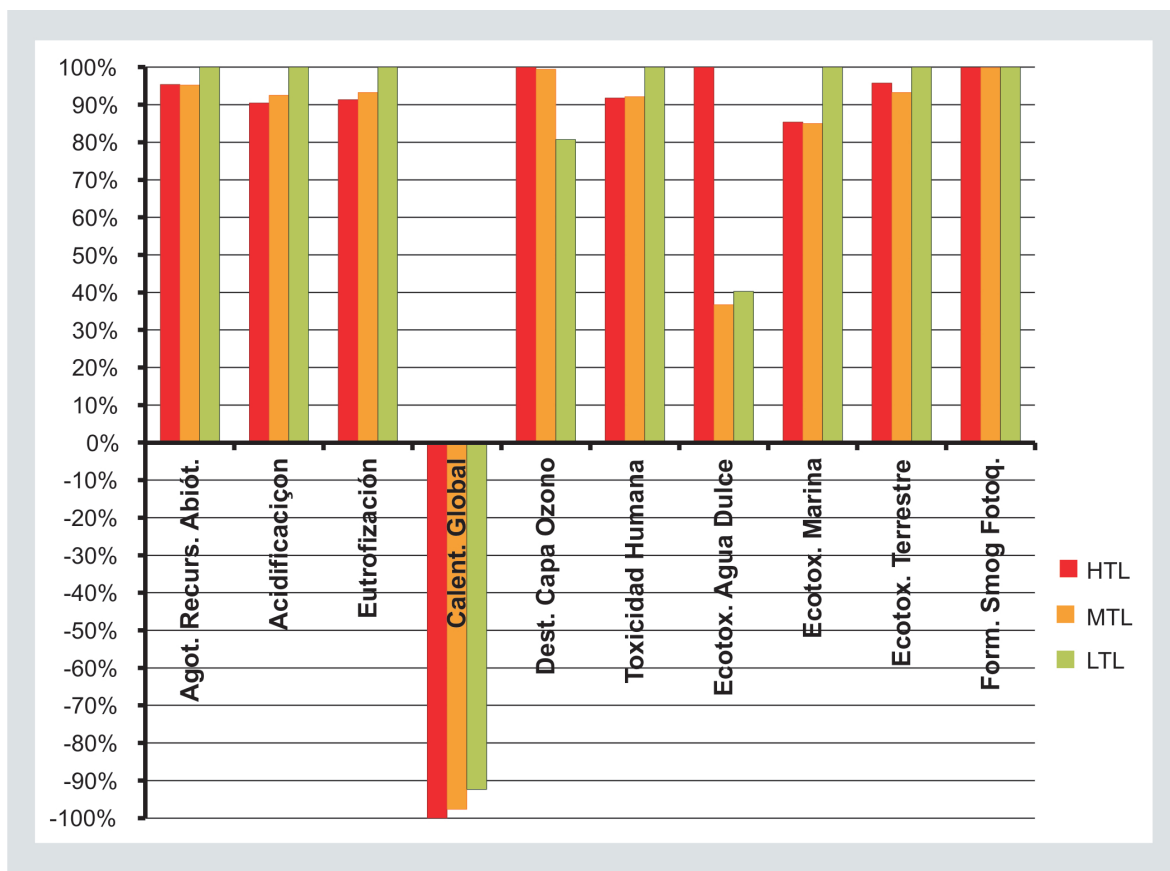


Figure 1. Perfil ambiental del bioetanol anhidro, por NT: alto (HTL), medio (MTL) y bajo (LTL).

Palabras clave: biocombustibles, azúcar, sostenibilidad.

Estudio ambiental preliminar de la producción de sorgo azucarado en la provincia de Tucumán usando el análisis de ciclo de vida

Patricia Garolera De Nucci, Javier Tonatto,
M. Emilia Iñigo, Eduardo Romero
EEAOC-Estación Experimental Agroindustrial Obispo Colombres.
Av. William Cross 3150 (T4101XAC), Las Talitas, Tucumán,
Argentina. Tel.: 381 452100.
pgarolera@eeaoc.org.ar

Resumen

El objetivo del presente estudio fue cuantificar el impacto ambiental de la producción de sorgo sacarífero en la provincia de Tucumán empleando como herramienta el Análisis de Ciclo de Vida (LCA) de manera de identificar las actividades que generan mayores impactos y que tienen potencial de mejora. 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” (FITS ENERGIA 2012 – BIOCOMBUSTIBLES - FONARSEC) de la Estación Experimental Agroindustrial Obispo Colombres (EEAOC).

El sorgo azucarado es un cultivo energético de gran potencial para la producción de bioetanol debido a su elevado contenido en azúcares fermentescibles en el jugo de sus tallos y para la cogeneración eléctrica a partir de su residuo fibroso de molienda, que es utilizado como combustible sólido.

Otras ventajas de este cultivo están asociadas a su alta capacidad de producción de biomasa, su adaptabilidad a un amplio rango de suelos y ambientes y su tolerancia a la sequía. Además, es posible mecanizar todas las tareas de campo, incluida su cosecha y transporte. Sin embargo, todavía no está mundialmente difundido a escala comercial para su aprovechamiento bioenergético.

Para profundizar los estudios de sostenibilidad de los biocombustibles y su impacto sobre el medioambiente y la sociedad, el análisis de ciclo de vida ofrece una metodología cada vez más aceptada para determinar los beneficios potenciales y los efectos secundarios no deseados de los biocombustibles y cultivos energéticos.

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 (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). La cosecha se realizó con 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 total estimado en 48,9 t sorgo/ha.

Los datos usados en la fase de inventario fueron recolectados directamente del campo (localidad de Graneros), a través de experiencias realizadas, entrevistas con expertos y de publicaciones especializadas.

El estudio de LCA se ha realizado con la ayuda del programa informático SimaPro® v8.0.5.13 (PRé Consultants) usando como método de evaluación de impacto el Eco-Indicador 99.

La figura 1 muestra el impacto ambiental asociado a la producción de 1 t de sorgo (tallos, hojas y panoja) en la provincia de Tucumán. Puede observarse que de las once categorías de impacto, tres presentan resultados más visibles. Desde el punto de vista de la categoría cambio climático, los valores negativos representan un impacto ambiental “positivo” debido a la absorción de CO₂ durante el crecimiento del sorgo. Por otro lado, el impacto al agotamiento de combustibles fósiles se debe al uso de diesel de las maquinarias agrícolas. El potencial de enfermedades respiratorias por sustancias inorgánicas proviene principalmente de los procesos de producción de agroquímicos (herbicidas e insecticidas).

A partir de este análisis y debido a la importancia de integrar la producción agrícola y el procesamiento industrial del sorgo azucarado a la cadena agroindustrial actual de la caña de azúcar, para aportar a la producción comercial de bioetanol, y por ofrecer una alternativa agronómica y económicamente viable para la rotación de la soja y el aprovechamiento de zonas marginales de baja productividad, surge la necesidad de encarar, a continuación, estudios de análisis de ciclo de vida de la producción de bioetanol a partir de sorgo y su balance energético y la determinación de indicadores de cambio de uso del suelo.

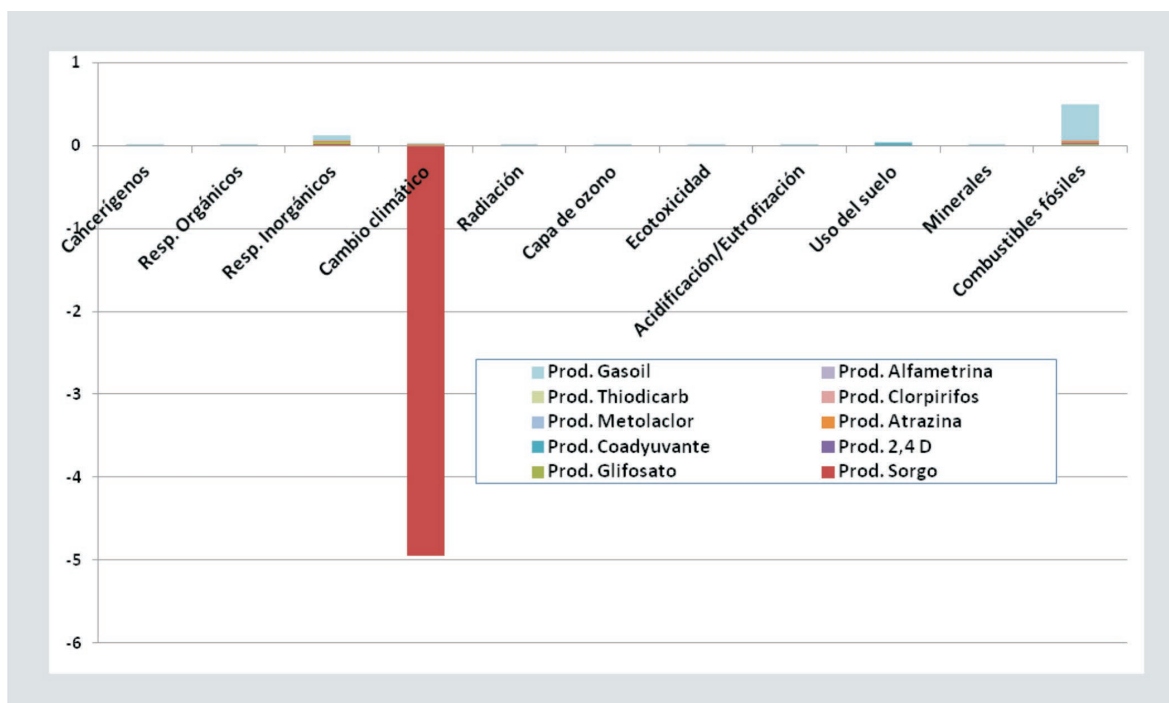


Figura 1. Perfil ambiental del sorgo sacarífero.

Palabras clave: análisis de ciclo de vida, cultivos energéticos, sorgo.

Estimación preliminar de la Huella de Carbono en la producción de té seco para exportación en Argentina

Lysiak Emiliano^{1}, Rotolo Gloria²*
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
2 EEA INTA Oliveros CR Santa Fe
Ruta Nacional 11 km 353 (2206), Oliveros, Santa Fe
Tel: (03476) 498010

Resumen

La producción de té en Argentina tiene como principal destino la exportación a los Estados Unidos. Dadas las exigencias del mercado, en los últimos años se promueve la producción bajo normas de certificación Rain-Forest Alliance lo que impulsa a implementar manejos de la producción orientados a alcanzar los estándares ambientales y sociales requeridos. El análisis del ciclo de vida a través de los diferentes factores de caracterización de impactos, como por ejemplo el potencial de calentamiento global, es una de las herramientas adecuadas para contribuir a una producción de té más sostenible y con mayor potencial de exportación. Antecedentes en relación a la evaluación de impactos ambientales de la producción de té se reportaron para los cultivos en Darjeeling (India) y Kenia con falta de información para Argentina. A tales efectos, el objetivo del presente estudio fue analizar el potencial de calentamiento global ó Huella de carbono, para la obtención de 1 kg de té seco para consumo externo.

Para el análisis se seleccionaron empresas y productores referentes de la zona que aplican tecnologías a un nivel medio alto y cuentan con certificaciones de buenas prácticas y/o Rain Forest. La obtención de las bolsas de té requiere atravesar cuatro etapas: a) la producción de plantines, para lo cual se seleccionó a un vivero de referencia; b) para la implantación de los teales nuevos se escogió una empresa que ha implantado recientemente nueva superficie; c) para la producción anual de brote de té, se seleccionaron tres productores certificados y se promediaron los datos; y d) para la elaboración y exportación se seleccionaron dos elaboradoras-exportadoras cuyos datos también se promediaron. La recopilación de datos fue mediante entrevistas personales recorriendo las instalaciones y posteriormente se completó información vía mail. En la etapa de producción de plantines se considera la producción de plantines clonales los cuales se propagan por medio de pequeñas estacas. El proceso se realiza sobre el suelo y bajo una cubierta de media sombra con fertilización química y orgánica. La implantación de té se realiza sobre superficie que ya ha tenido un uso agrícola anterior, por este motivo no se consideran desmontes. En esta etapa se necesita un mayor uso de maquinarias para trabajar el suelo y uso de fertilizantes. La producción de brote de té se tomó sobre datos de productores certificados; si bien estos deben dedicar una superficie de su chacra a la conservación del monte natural, en este trabajo preliminar no se contabilizó.

Para el análisis de ciclo de vida de la producción de un kg de té seco para consumo externo se utilizó el software SimaPro 8 (Pre-Consultants®). Se seleccionó el método CML 2 base-

line 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 preliminares indican que tanto en la etapa de implantación como en la producción de brote, las principales emisiones que genera el proceso provienen de la fertilización y del combustible utilizado por la maquinaria en el primer caso y por la cosechadora y transporte al secadero en el segundo. En la etapa de elaboración del té seco la principal emisión es debido a la energía y quema de residuos forestales para la generación de calor, así como las emisiones generadas por el transporte al puerto de Buenos Aires. Si bien las emisiones producidas al implantar 1 ha son altas, su incidencia disminuye en el resultado global, como lo muestra la Tabla 1, dado que la vida útil de las plantaciones fue considerado en 40 años introduciendo a la producción de brote de té 1/40 de la emisión de la implantación de una 1 ha. La emisión de producir 1 kg de té seco para consumo externo es 1,23 CO₂ eq., en donde las etapas de producción y de procesamiento/fraccionamiento tienen la mayor contribución (Tabla 1).

Tabla 1. Emisiones de CO₂ Eq. por etapa productiva y por unidad funcional (siendo la UF 1 kg de té seco en bolsas para exportación)

Producto	Cant. por etapa para obtener la UF	Participación sobre kg CO ₂ eq. por UF.	Principales causantes de la emisión
Plantín de té clonal	0,0762 plantín	0,027%	Plásticos y Fertilizantes
Ha implantadas	0,00000726 ha	1,43%	Fertilizantes y Gasoil
brote de té	4,4 kg de té	33,7%	Fertilizante y Gasoil
Procesamiento y fraccionamiento	1 kg de té seco	64,1%	Brote de té, energía y Transporte a puerto

Dividiendo al proceso en producción primaria y procesamiento industrial se observa que la producción primaria solo representa el 35,9% de las emisiones quedando la industria con el transporte con el 64,1% restante. Comparando las emisiones de la producción de brote entre la Argentina, Kenya y Darjeeling la Argentina tiene un nivel de emisión muy bajo. Esto en principio se debería a la mejor relación producción fertilizante. Esta relación es la siguiente, Argentina, 0,045 kg fert./kg de brote; Darjeeling 0,84; Kenya sin datos. Esta diferencia se podría deber a que los sistemas de producción son muy distintos, con brote de distinta calidad.

Palabras clave: Té, Huella de Carbono, Argentina

Huella de carbono y energética en la producción de fibra de algodón.

Roberto Sáez ¹, Flavia Francescutti¹, Gloria Rótolo ²

¹ Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria

¹ (INTA EEA Colonia Benítez, Marcos Briolini s/n CP dirección postal, tel. 03762-4493044 y saez.roberto@inta.gob.ar)

²Instituto de Tecnología Agropecuaria ²

(INTA EEA Oliveros, dirección postal, teléfono)

Resumen

El objetivo del presente estudio fue determinar el impacto al potencial de calentamiento global (PCG) y demanda de energía acumulada (DEA) de la producción de 1 t de fibra de algodón, proveniente de tres alternativas tecnológicas típicas del cultivo, e identificar los componentes o procesos que producen mayor impacto. El mismo está en proceso y se desarrolla en el marco del Programa Nacional de Cultivos Industriales del INTA, dentro del Proyecto de Ciclo de Vida. Los resultados obtenidos contribuirán a la toma de decisiones que tiendan a producciones con menor impacto ambiental, sin perder los rendimientos alcanzados, lo que implica un desafío para el manejo de las alternativas productivas usuales.

Para el análisis se seleccionaron tres alternativas productivas de igual distanciamiento entre líneas de cultivo: a) siembra directa con fertilización (SD-cF, representa a un 10% de los productores); b) siembra directa sin fertilización (SD-sF, representa 45% de los productores); c) siembra convencional sin fertilización (SC/sF, representa al otro 45% de los productores). Para la obtención de la fibra de algodón se seleccionó una de las desmotadoras típicas de la región. Tanto la información relativa del proceso, maquinarias, uso de insumos y productos obtenidos de la desmotadora como el manejo técnico para la etapa productiva, en lo que refiere a aplicación de herbicidas, fertilizantes (cuando corresponde), semilla, reguladores de crecimiento, defoliantes, etc proviene de informantes calificados de la zona.

Se consideró un rendimiento medio de 1.660kg/ha para la alternativa fertilizada y 1700 kg/ha para los manejos sin fertilización, por lo que una tonelada de algodón en bruto es obtenida de cultivar 0.59 y 0.60 ha respectivamente. Juntamente con la obtención de 1 t de fibra de algodón, se producen también 1.76 t de semilla de algodón que se utiliza para alimento animal y 0.17 t de fibrilla que se deshecha. Sin embargo el algodón se produce y procesa por su fibra, la cual tiene un precio estimado 94% mayor que el de la semilla, por lo que del total de emisiones generadas, a la fibra de algodón se le asigna el 94%, base económica. Para el análisis de ciclo de vida [<http://eplca.jrc.ec.europa.eu/>] de la producción de 1 tonelada de fibra de algodón se utilizó el software SimaPro 8 (Pre-Consultants®). Se seleccionó el método CML-1A baseline contenida en la base de datos Ecoinvent 3 [www.ecoinvent.org] para el Potencial de Calentamiento Global a 100 años (PCG100, kg CO₂equiv.) y para la Demanda de Energía Acumulada (DEA, MJ).

El inventario se organizó en base a insumos (herbicidas, fertilizantes, semilla, reguladores, defoliantes) y actividades (cosecha, pulverización y siembra). En estas últimas se incluyó la maquinaria en sí misma y el consumo de combustible requerido para la actividad. Para

el consumo de electricidad se adaptó un perfil existente dentro de la base de datos de Ecoinvent a la proporción de recursos utilizados en Argentina y a las transformaciones de energía propias de la red del país (CAMMESA comunicación personal, 2014). Para el gas se tuvo en cuenta las emisiones directas generadas por el funcionamiento propio de las máquinas de desmote. El proceso de desmote es el mismo para las tres alternativas de cultivo analizadas.

Los resultados preliminares indican que del total de emisiones caracterizadas como potencial de calentamiento global (PCG) y asignadas a la producción de 1 t de fibra algodón base-económica, es 47-50% (1446 kg CO₂equiv/t fibra producida) mayor en la alternativa del manejo de cultivo con SD-cF que para SD-sF y SC-sF respectivamente (722-760 kg CO₂equiv/t fibra producida). Además, del total de CO₂ equiv emitidos, entre el 76 -55% corresponde al proceso de cultivo de algodón.

Durante el desarrollo del cultivo se generan 1100-378-416 kg CO₂equiv/t fibra para SD-cF, SD-sF y SC-sF respectivamente. Sin embargo, el mismo cultivo para proveer el material necesario para obtener 1 t de fibra de algodón, requiere tomar del ambiente aproximadamente 1.46 t CO₂/t fibra producida, que eventualmente al final de todo el ciclo será devuelto al ambiente. Finalmente el cultivo de algodón impacta con 465 -38 y 35 kg CO₂equiv/t fibra para SD-cF, SD-sF y SC-sF respectivamente.

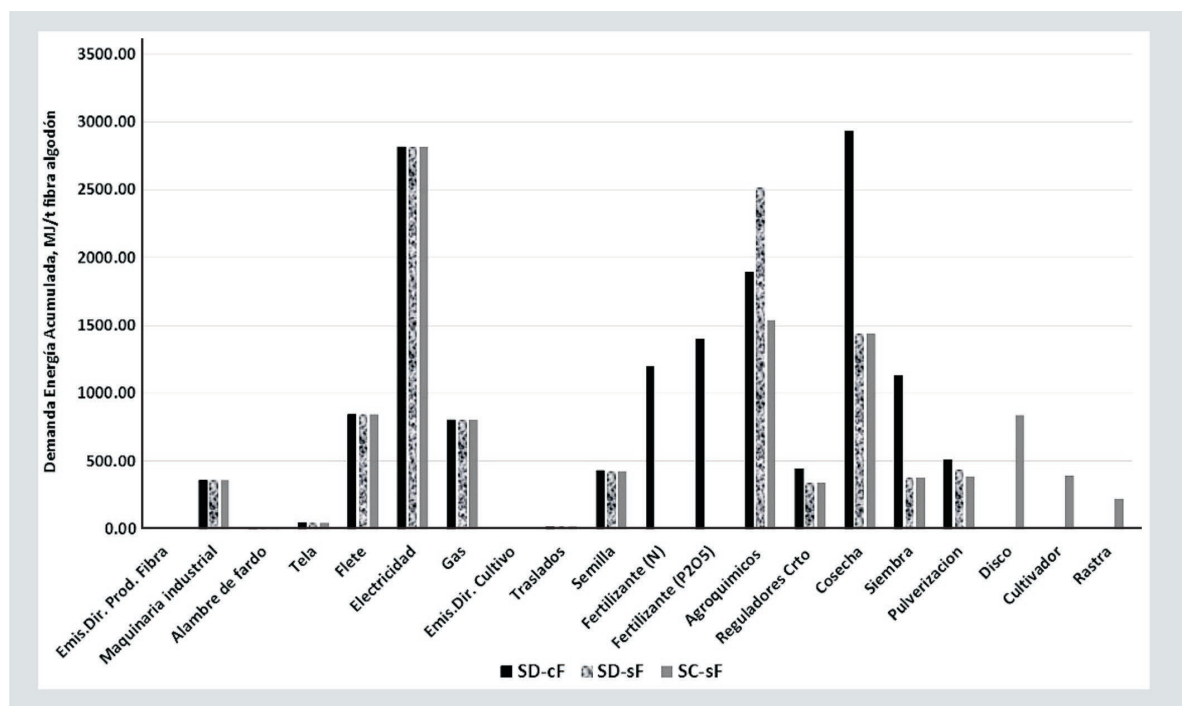


Figura 1: Demanda Energética Acumulada para las tres alternativas tecnológicas de manejo de cultivo seleccionadas: SD-cF= siembra directa con fertilizante; SD-sF= siembra directa sin fertilizante y SC-sF= siembra convencional sin fertilizante

Con relación a la demanda energía acumulada (DEA), la SD-cF requiere entre 40-44% más que las otras dos alternativas, atribuible principalmente a la cosecha y los fertilizantes (Figura 1).

Otros estudios, usando fertilizantes, irrigación y diferente porcentaje de asignación, reportan valores medios a los obtenidos en este estudio con respecto al PCG (268kg CO₂equiv/t fibra), y semejantes valores con relación a la DEA (15000MJ/t fibra), remarcando la posibilidad que tiene la SD-cF= 14856 MJ/t fibra para mejorar; la SD-sF muestra un valor de 10451 MJ/t fibra, semejante a la SC-sF=10885 MJ/t fibra.

Palabras clave: ciclo de vida, huella de carbono, algodón, tecnologías, impacto ambiental.

Estudio comparativo del impacto ambiental de una vivienda convencional y de una vivienda sustentable en la etapa de la construcción

Chacón, Mercedes Andrea () y D'Amelio, Aldana Florencia
Facultad de Química e Ingeniería de la Universidad
Católica Argentina de Rosario
(*)mercedes_ros@yahoo.com.ar*

Resumen

El presente trabajo consiste en determinar el costo ambiental que conlleva la construcción de una vivienda con métodos convencionales y de una vivienda con métodos alternativos (Tecnología Smart House), para luego llevar a cabo un análisis comparativo de los mismos, mediante el cálculo de parámetros ambientales, como lo son la huella hídrica y la huella de carbono, tanto para la obtención y producción de los materiales, como para la construcción de la vivienda propiamente dicha.

El cálculo de la huella de carbono tiene el objetivo de estimar la cantidad de CO₂ equivalente que se genera en ambos tipos de construcciones y el cálculo de la huella hídrica permite obtener el volumen de agua dulce utilizado.

La investigación consideró las siguientes fases:

1. Cuantificación de la cantidad de materiales requeridos para la construcción de ambas viviendas.
2. Determinación de Huella de Carbono y Huella Hídrica en ambos casos, a través de SimaPro.
3. Análisis comparativo de resultados y conclusiones.

Los cálculos de la primera fase del trabajo arrojaron los siguientes resultados:

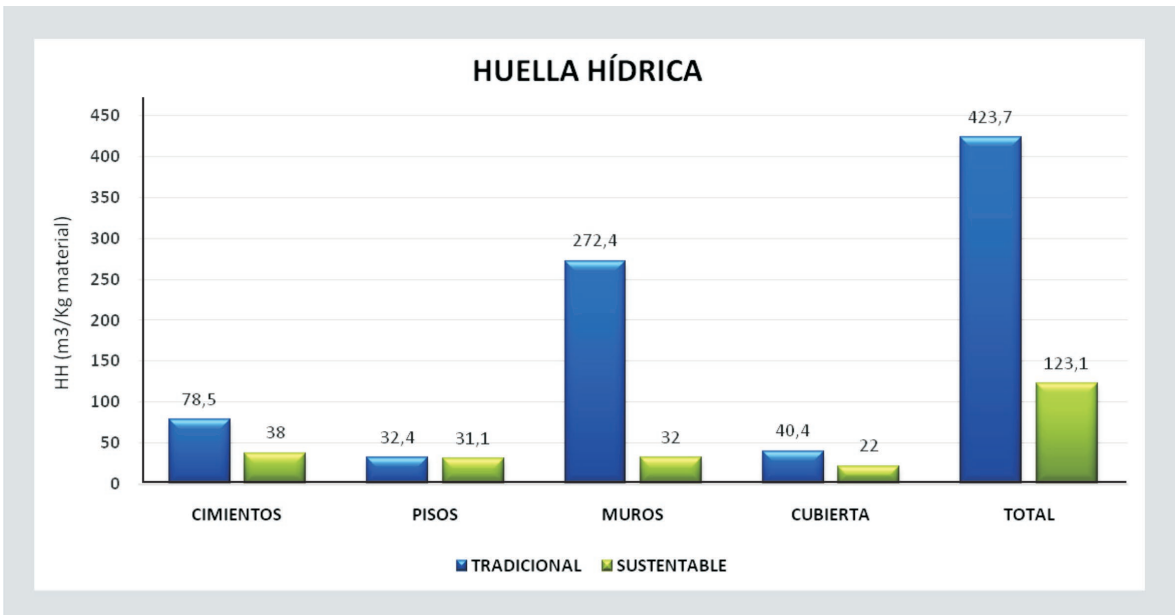
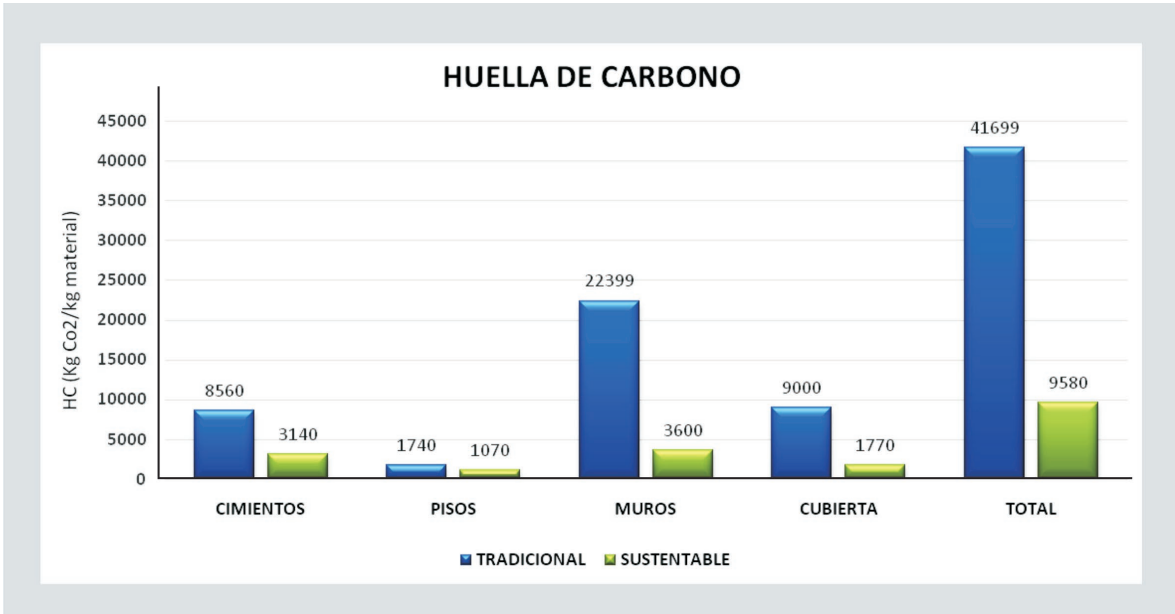
VIVIENDA TRADICIONAL							
PESO DE MATERIALES EN CADA ETAPA (KG)							
MATERIAL	CIMENTOS	CAPA AISLADORA	PISOS	MUROS	CUBIERTA	REVOQUE	TOTAL
Cal	2349,18	256,41	1120,60	6579,34	506,37	2453,14	13265,04
Cemento	1344,18	85,47	373,53	2193,11	4696,02	817,71	9510,03
Arena	22929,12	1172,16	10172,80	59727,36	18467,89	15382,92	127852,24
Agua	5085,32	244,20	2598,88	11665,50	3951,99	3204,77	26750,66
Ladrillos comunes	13848,00			54297,60			68145,60
Ladrillos para techo					4760,00		4760,00
Escombros	10662,96		12566,40				23229,36
Piedra	2705,40				12265,24		14970,64
Acero	87,68				349,67		437,35
Hidrófugo		15,32				35,23	50,55
Polietileno			17,00				17,00
Membrana asfáltica					315,00		315,00

VIVIENDA SUSTENTABLE					
PESO DE MATERIALES EN CADA ETAPA (KG)					
MATERIAL	CIMENTOS	PISOS	MUROS	CUBIERTA SUPERIOR	TOTALES
Cal		891,83			891,83
Cemento	3091,20	297,28			3388,48
Arena	8832,00	6072,00			14904,00
Agua	2208,00	1265,00			3473,00
Piedra	14904,00				14904,00
Acero	171,35		17,50	441,20	630,05
Hidrófugo		79,35			79,35
Madera Pino			1420,76	1981,71	3402,47
Lana de Vidrio			108,19	59,50	167,69
Membrana Microperforada			6,13	5,10	11,23
OSB			673,99	561,00	1234,99
Placa cementicia			1166,21		1166,21
Barrera de vapor Nylon			20,02		20,02
Placa de yeso			4843,80	1989,00	6832,80

Luego de ingresar los datos correspondientes en el Software SimaPro, pudimos calcular la huella de carbono y la huella hídrica, y elaborar los cuadros comparativos, seleccionando los métodos correspondientes.

La huella de carbono se ha calculado de acuerdo al Método del IPCC GWP 2013 100^a y para el cálculo de la huella hídrica de utilizó el Método Hoekstra *et al.*

Palabras clave: Construcción, Huella de Carbono, Huella Hídrica, Tradicional,



III Encuentro Argentino de Ciclo de Vida y
II Encuentro de la Red Argentina de Huella Hídrica
ENARCIV 2015

ASPECTOS METODOLÓGICOS

RECOPIACIÓN DE TRABAJOS ACV, HC, HH REALIZADOS EN ARGENTINA
EN EL PERÍODO 1999 a 2014

Justina Garro^{1*}

^{1*} Instituto Nacional de Tecnología Industrial, Av. General Paz 5445, Edificio 50, San Martín (1650), Buenos Aires, Argentina, (+5411)-4724-6233, jgarro@inti.gov.ar

Resumen

Se ha realizado una recopilación de trabajos llevados a cabo en el ámbito de la República Argentina hasta el año 2014, de manera que sirva de herramienta para la Red Argentina de Ciclo de Vida y la Red Argentina de Huella Hídrica, dando a conocer los temas de abordaje de los trabajos y las capacidades de los grupos de profesionales que trabajan en el tema.

Para ello, se ha solicitado a los grupos participantes del III Encuentro Argentino de Ciclo de Vida y II Encuentro de la Red Argentina de Huella Hídrica (ENARCIV 2014), extensivo a quienes consideraran necesario, completaran durante el último trimestre del año 2014 una planilla con los antecedentes de sus trabajos, los cuales han sido clasificados y registrados en un documento que puede ser solicitado al autor. En la Tabla 1 se muestran las categorías de clasificación de trabajos que se han adoptado, algunos trabajos fueron clasificados con más de una categoría.

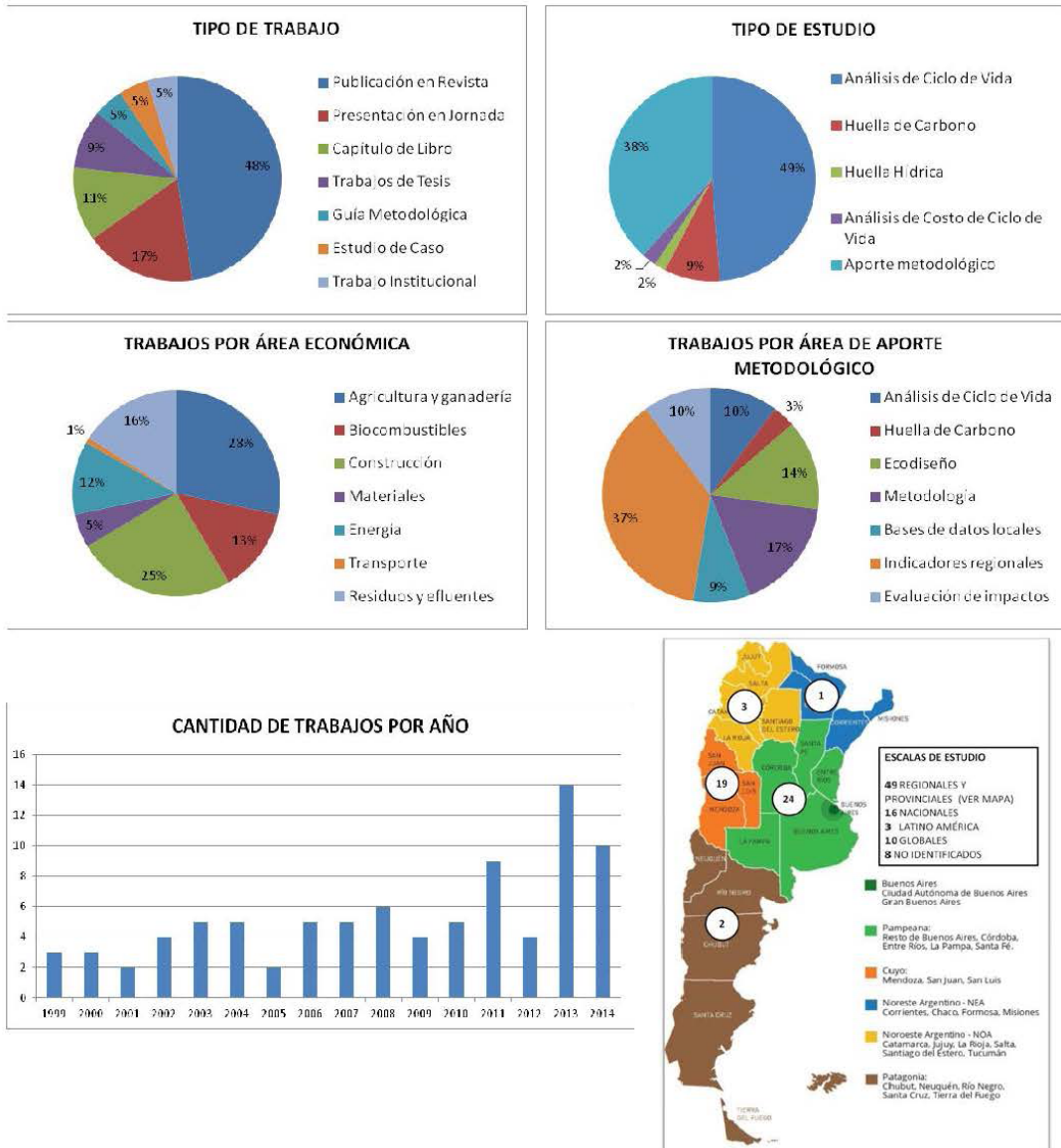
Tabla 1. Categorías de clasificación de trabajos

Tipo de Trabajo	Tipo de Estudio	Tema Tratado
Publicación en Revista	Análisis de Ciclo de Vida (ACV)	Agricultura y ganadería
Presentación en Jornada	Huella de Carbono (HC)	➤ Agroalimentos
Capítulo de Libro	Huella Hídrica (HH)	➤ Horticultura
Trabajos de Tesis	Análisis del Costo de Ciclo de Vida (LCC)	➤ Vitivinicultura
Guía Metodológica	Aporte Metodológico	➤ Algodón
Estudio de Caso	➤ ACV	➤ Lácteos
Trabajo Institucional	➤ HC	Biocombustibles
	➤ Ecodiseño	Construcción
	➤ Metodología	Energía
	➤ Bases de datos locales	Materiales ^a
	➤ Indicadores regionales	Residuos y Efluentes
	➤ Evaluación de impactos	Transporte

^a Incluye metales, papel y cartón, plásticos

ENARCIV 2015

En base a los 86 (ochenta y seis) trabajos registrados, se realizó un análisis cuantitativo de los datos brindados, el cual se presenta en el Cuadro 1.



Cuadro 1. Análisis cuantitativo de los trabajos registrados

Estos resultados, en conjunto con el trabajo completo, pueden servir para la toma de decisiones de los grupos de trabajo. Se recomienda establecer una metodología unificada de registro de trabajos que pueda mantenerse actualizada en el tiempo.

Palabras clave: Análisis de Ciclo de Vida, Huella de Carbono, Huella Hídrica, Recopilación, Argentina.



Ministerio de Agroindustria
Presidencia de la Nación