IMPACTO AMBIENTAL: HORTICULTURA Y SOSTENIBILIDAD

IMPACTO AMBIENTAL: HORTICULTURA Y SOSTENIBILIDAD

A. ANTÓN
J. I. MONTERO
P. MUÑOZ

IRTA. Centre de Cabrils. Ctra. Cabrils, km 2. 08348 Cabrils (Barcelona)
assumpcio.anton@irta.cat

RESUMEN

La valoración actual de la calidad ambiental de los productos agrícolas se encuentra a menudo sujeta a confusión. Puede existir una opinión generalizada de que los productos artesanales o aquellos en los que no se utilizan plaguicidas son más ecológicos y poseen unas propiedades organolépticas superiores en contraposición a una agricultura de tipo industrial. Desde un punto de vista de calidad ambiental esto no tiene porque ser así.

El Análisis de Ciclo de Vida, ACV, resulta una metodología apropiada para cuantificar el impacto ambiental. Las normativas ISO 14040 y 14044, que establecen la pauta seguir en estos estudios, garantizan su transparencia y objetividad. De acuerdo con la metodología propuesta por la normativa ISO 14040, un proyecto de ACV se divide en cuatro fases: objetivos y alcance del estudio, análisis del inventario, análisis del impacto e interpretación.

Según el objetivo previsto estos estudios pueden clasificarse en: aquellos que pretenden conseguir una producción ambiental más sostenible o bien, en aquellos que pretenden ayudar al consumidor en la selección de productos más respetuosos con el medio ambiente.

Desde el punto de vista del agricultor debe considerarse el potencial de los climas cálidos para producir productos *ecológicos*; puesto que las óptimas condiciones climáticas del área Mediterránea aseguran una producción en invernadero con mínimos requerimientos de energía fósil; sin embargo aspectos como fertilización y gestión de los residuos deberán ser prioritarios en los programas de mejora medioambiental.

Desde el punto de vista del consumidor en los últimos años ha crecido el interés para evaluar el significado del consumo de productos fuera de temporada: producción en invernadero, transporte y almacenamiento.

En esta comunicación se explica la normativa que rige los ACVs repasándose los principales estudios realizados mediante esta metodología en el sector de la horticultura protegida.

Palabras clave: *análisis de ciclo de vida, ACV, invernadero, transporte.*

INTRODUCCIÓN

La valoración actual de la calidad ambiental de los productos agrícolas se encuentra a menudo sujeta a confusión. Confusión debida a que no se utilizan parámetros de medida aceptados de manera general por la sociedad, productores y consumidores. Puede existir una opinión generalizada de que los productos artesanales o aquellos en los que no se utilizan plaguicidas son más ecológicos y poseen unas propiedades organolépticas superiores en contraposición a una agricultura de tipo industrial. Desde un punto de vista de calidad ambiental esto no tiene porque ser así.

El análisis del ciclo de vida, ACV, estudia los aspectos ambientales y los impactos potenciales a lo largo de la vida de un producto o de una actividad, desde la adquisición de las materias primas hasta la producción, uso y eliminación. Las categorías generales de impacto medioambientales que precisan consideración incluyen el uso de recursos, la salud humana y las consecuencias ecológicas. La metodología aplicada en los estudios de Análisis de Ciclo de Vida, ACV, ha mostrados ser la más transparente y objetiva para cuantificar el impacto ambiental que produce un determinado proceso. Las normativas ISO 14040 (2006) e ISO 14044 (2006) que establecen la pauta a seguir garantizan esta objetividad.

Inicialmente los ACVs se refieren a procesos industriales. La acción concertada "Harmonization of environmental LCA for Agriculture" (Audsley, 1997) puede ser considerada como el primer intento de adaptar dicha metodología a la agricultura. Las primeras aplicaciones de ACV en agricultura se llevan a cabo para productos procedentes de la agricultura extensiva y ganadería. En estos trabajos generalmente se comparan métodos de producción convencional y ecológica, extendiéndose a la obtención de productos procesados: leche, mantequilla, pan, etc.

Las siguientes secciones presentan en primer lugar la metodología propia de los estudios de ACV para posteriormente pasar a una revisión de los principales estudios de ACV relacionados con productos hortícolas. Se pueden distinguir dos tipos de estudios: primero aquellos enfocados para ayudar al consumidor a seleccionar productos más respetuosos con el medio ambiente y en segundo lugar aquellos trabajos que pretenden ayudar al productor a mejorar los procesos productivos.

METODOLOGÍA ACV

De acuerdo con la metodología propuesta por la normativa ISO 14040 un proyecto de ACV se divide en cuatro fases: objetivos y alcance del estudio, análisis del inventario, análisis del impacto e interpretación. Tal y como ilustra la figura 1 estas cuatro fases no son simplemente secuenciales. El ACV es una técnica iterativa que permite ir incrementando el nivel de detalle en sucesivas iteraciones.

Objetivo y alcance del estudio

En esta fase se define el tema de estudio y se incluyen los motivos que llevan a realizarlo. También en esta fase se establece la unidad funcional. La unidad funcional describe la función principal del sistema analizado. Un ACV no sirve para comparar productos entre sí, sino servicios y/o cantidades de producto que lleven a cabo la misma

función. Por ejemplo, no es válido comparar dos kilos de pintura diferentes que no sirvan para realizar la misma función, cubrir un área equivalente con una duración similar.

En el caso de los sistemas agrícolas la principal función es la producción de alimentos (Audsley, 1997). En estos casos, normalmente se considera como unidad funcional un kilo de producto fresco. La unidad funcional proporciona una referencia respecto a la cual las entradas y salidas del sistema pueden ser normalizadas en un sentido matemático.

Debido a su naturaleza global, un ACV completo puede resultar extensísimo. Por esta razón se deberán establecer unos límites perfectamente identificados. Los límites del sistema determinan qué procesos unitarios deberán incluirse dentro del ACV. Varios factores determinan los límites del sistema, incluyendo la aplicación prevista del estudio, las hipótesis planteadas, los criterios de exclusión, los datos, limitaciones económicas y el destinatario previsto.

Inventario (ICV)

Esta fase comprende la obtención de datos y los procedimientos de cálculo para identificar y cuantificar todos los efectos ambientales adversos asociados a la unidad funcional. De una forma genérica denominaremos estos efectos ambientales como "carga ambiental". Esta se define como la salida o entrada de materia o energía de un sistema causando un efecto ambiental negativo. Con esta definición se incluyen tanto las emisiones de gases contaminantes, como los efluentes de aguas, residuos sólidos, consumo de recursos naturales, ruidos, radiaciones, olores, etc. Cuando se trabaje con sistemas que impliquen varios productos, en esta fase se procederá a asignar los flujos de materia y energía así como las emisiones al medio ambiente asociadas a cada producto o subproducto.

Análisis del Impacto (AICV)

La estructura de esta fase viene determinada por la normativa ISO 14044 (2006), distinguiendo entre elementos obligatorios y elementos opcionales.

Los elementos considerados obligatorios son:

- Selección de las categorías de impacto, indicadores de categoría y modelos.
- **Clasificación** En esta fase se asignan los datos procedentes del inventario a cada categoría de impacto según el tipo de efecto ambiental esperado. Una categoría de impacto es una clase que representa las consecuencias ambientales generadas por los procesos o sistemas de productos.
- **Caracterización.** Consiste en la modelización, mediante los factores de caracterización, de los datos del inventario para cada una de dichas categorías de impacto.

Cada categoría de impacto, *ej. acidificación*, precisa de una representación cuantitativa denominada indicador de la categoría, *ej. emisión de ácido equivalente* (figura 2). La suma de diferentes intervenciones ambientales para una misma categoría se hará en la unidad del indicador de la categoría. Mediante los factores de caracterización, también llamados factores equivalentes, las diferentes intervenciones ambientales, emisión de gases,

por ejemplo, se convierten a unidades del indicador. Es necesario el uso de modelos para obtener estos factores de caracterización. La aplicabilidad de los factores de caracterización dependerá de la precisión, validez y características de los modelos utilizados.

También existen una serie de elementos opcionales que pueden ser utilizados dependiendo del objetivo y alcance del estudio de ACV:

- **Normalización**. Se entiende por normalización la relación de la magnitud cuantificada para una categoría de impacto respecto un valor de referencia ya sea a escala geográfica y/o temporal.
- **Agrupación**, clasificación y posible catalogación de los indicadores.
- **Ponderación**. Consiste en establecer unos factores que otorgan una importancia relativa a las distintas categorías de impacto para después sumarlas y obtener un resultado ponderado en forma de un único índice ambiental global del sistema.
- **Análisis de calidad de los datos**, ayudará a entender la fiabilidad de los resultados del AICV. Se considerará obligatorio en análisis comparativos.

Una diferencia importante entre los diferentes métodos de evaluación de impactos reside en la opción de analizar el efecto último del impacto ambiental, "endpoint", o bien, considerar los efectos intermedios, "midpoints". Las categorías de impacto ambiental intermedias se hallan más cercanas a la intervención ambiental, permitiendo, en general, modelos de cálculo que se ajustan mejor a dicha intervención. Éstas proporcionan una información más detallada de que manera y en que punto se afecta el medio ambiente. Las categorías de impacto finales son variables que afectan directamente a la sociedad, por tanto su elección resultaría más relevante y comprensible a escala global.

Interpretación

La interpretación es la fase de un ACV en la que se combinan los resultados de análisis del inventario con la evaluación de impacto. Los resultados de esta interpretación pueden adquirir la forma de conclusiones y recomendaciones para la toma de decisiones. Permite determinar en qué fase del ciclo de vida del producto se generan las principales cargas ambientales y por tanto que puntos del sistema evaluado pueden o deben mejorarse. En los casos de comparación de distintos productos se podrá determinar cuál presenta un mejor comportamiento ambiental.

PERSPECTIVA DEL CONSUMIDOR

El trabajo de Jungbluth *et al.* (2000) considera los procesos de producción, transporte, empaquetado y conservación. Los resultados muestran que la distancia entre el productor y consumidor es un factor determinante en la sostenibilidad de la producción alimentaria. A partir de ahí surgió un intenso debate acerca de las ventajas e inconvenientes de los efectos ambientales asociados a la globalización en la industria alimentaria. Sim *et al.* (2007) subrayaron la importancia del tipo de transporte, siendo el transporte aéreo el más contaminante, mientras que el transporte terrestre o marítimo resultaron ser la mejor opción.

En los estudios de Milà i Canals *et al.* (2007) y Blanke y Burdick (2005) se concluye que el impacto por consumir productos fuera de temporada puede venir más provo-

cado por el almacenamiento refrigerado largas temporadas que por el transporte desde otros hemisferios.

Un interesante estudio hecho en Suecia (Carlsson-Kanyama *et al.*, 2003) compara la energía necesaria para la producción de alimentos a lo largo del ciclo de vida de varias dietas con similar aporte energético. Aquellas dietas integradas por productos locales y preferiblemente vegetarianas se revelaron como las opciones más óptimas Como curiosidad de éste trabajo, vale la pena destacar que la energía que se gasta en caramelos, galletas y bebidas representan hasta una tercera parte de la energía total en alimentación. También del trabajo de Sim *et al.* (2007) se desprende la importancia de los procesos de empaquetado y procesamiento de los alimentos, principalmente por la energía requerida en ellos, apuntando este estudio a la oportunidad de realizar estas operaciones en localizaciones con un más alto porcentaje de energías renovables para hacer productos más sostenibles.

PERSPECTIVA DEL PRODUCTOR

Varios han sido los trabajos en la última década que sirviéndose de la metodología del ACV han intentado identificar los punto ambientalmente débiles de la producción hortícola.

El trabajo de Jolliet (1993) fue uno de los primeros en evaluar el ciclo de vida de varios sistemas de producción de tomate en invernadero, analizando calefacción, iluminación artificial, fertilización carbónica y transporte a mercado. Su estudio concluye que la producción en climas cálidos aunque sea a costa de añadir transporte resulta la mejor opción. Iluminación artificial y calefacción resultan las peores opciones.

Dada la importancia de la industria de invernaderos en Holanda, diversos autores ha utilizado la metodología de ACV para analizar dicha producción, siendo el uso de energía en calefacción uno de los principales problemas (Bucher *et al.*, 1996), (Van Woerden, 2001).

En el análisis de la producción de tomate bajo invernadero en el área Mediterránea, Antón (2004) mostró que los impactos ambientales no estaban relacionados con un alto consumo energético sino con el consumo de fertilizantes, los cuales, según Muñoz *et al.* (2008), pueden reducirse a la mitad sin afectar a la producción.

Ruso *et al.* (2004), comparando diferentes tecnologías para cultivo en invernadero determinaron que la presencia de vidrio y aluminio en la estructura era la razón de unos impactos más altos. Por otro lado Torrellas *et al.* (2008) y Medina *et al.* (2006) mostraron que las estructuras más simples (ej. Parral en Canarias o invernaderos de Colombia respectivamente) resultaban mejores opciones desde el punto de vista ambiental debido a un nivel más bajo de tecnología.

Verhagen y Boon (2008) utilizaron la metodología de ACV para proporcionar a los productores y profesionales del sector criterios ambientales cuantitativos en la selección de sustratos.

Una comparación realizada por Muñoz *et al.* (2007) entre producción de tomate al aire libre y en invernadero mostró que debido a una producción mayor y un menor uso de fitosanitarios en invernaderos, estos sistemas mostraron un menor impacto para la mayoría de las categorías de impacto evaluadas. Una excepción fue la categoría de cambio climático debido a la contribución de la fabricación de la estructura del invernadero.

CONCLUSIONES

A partir de los diferentes estudios realizados se pueden extraer una serie de conclusiones: en primer lugar la utilidad de la metodología del ACV para la realización de estudios cuantitativos y transparentes de impacto ambiental y producción hortícola.

Desde el punto de vista del agricultor debe considerarse el potencial de los climas cálidos para producir productos *ecológicos*; puesto que las óptimas condiciones climáticas del área Mediterránea aseguran una producción en invernadero con mínimos requerimientos de energía fósil. La reducción de los impactos causados por el equipamiento puede alcanzarse mediante la utilización de materiales reciclados o de mayor duración. Principalmente en cultivo en suelo, pero también en hidropónico, deberán establecerse criterios de gestión más racional en el suministro de nutrientes y agua. El capítulo de gestión de residuos debe considerarse prioritario. La separación de la fracción verde y su posterior compostaje significa una importante disminución de la carga ambiental. Cabe también destacar la necesidad de la investigación en sustratos alternativos de origen local y preferiblemente procedentes de reutilización de algún material.

Desde el punto de vista del consumidor y considerando que el sector de la alimentación consume entre el 15 y el 20% de la energía utilizada en los países desarrollados, convendrá establecer criterios claros para la elección de los productos. Entre dichos criterios se puede destacar la importancia del consumo estacional y local frente a otros tipos; sin embargo se deberá ser más cauteloso en aspectos como considerar siempre el producto artesanal o el "*ecológico*" en el sentido de procedente de agricultura biológica como producto más ambientalmente respetuoso que los industriales o convencionales. Por último, es importante destacar que los criterios ambientales no deben ser excluyentes de otros aspectos cómo los económicos o sociales, sino que el conjunto de todos ellos nos permitirá tomar las decisiones más oportunas o sostenibles en cada caso.

BIBLIOGRAFÍA

ANTÓN, A. (2004). Utilización del Análisis del Ciclo de Vida en la Evaluación del Impacto ambiental del cultivo bajo invernadero Mediterráneo. Tesis doctoral, Universitat Politècnica de Catalunya, Barcelona.

AUDSLEY, E. (1997). Harmonisation of Environmental Life Cycle Assessment. Final Report Concerted action AIR3-CT94-2028, European Commission DG VI Agriculture.

BLANKE, M.; BURDICK, B. (2005). Food (miles) for thought. Energy balance for locally-grown versus imported apple fruit. Environmental Science and Pollution Research, 12 (3): 125-127.

BUCHER, J.; CHELKOVA, N.; VAN DER ENDE, J.P.; VAN DER HULST, P.; FERNÁNDEZ SOLER, M.; SZARVAS, G.; VRBENSKY, R. (1996). Tomato North-South: Recommendations for the improvement of environmental quality of tomato production using different environmental labels, Centre of Environmental Science, Leiden University, Leiden.

CARLSSON-KANYAMA, A.; PIPPING EKSTRÖM, M.; SHANAHAN, H. (2003). Food and life cycle energie inputs: consequences of diet and ways to increase efficiency. Ecological Economics, 44 (2): 293-307.

ISO-14040 (2006). Environmental management-Life cycle assessment-Principles and framework. 14040, International Organisation for Standardisation ISO, Geneva.

ISO-14044, 2006. Environmental management –Life cycle assessment– Requirements and guidelines. 14044, International Organisation for Standardisation ISO, Geneva.

JOLLIET, O. (1993). Bilan écologique de la production de tomates en serre. Revue S. Vitic. Arboric. Hortic., 25 (4): 261-267.

JUNGBLUTH, N.; TIETJE, O.; SCHOLZ, R.W. (2000). Food Purchases: Impacts from the Consumers' Point of View Investigated with a Modular LCA. International Journal of Life Cycle Assessment, 5 (3): 134-142.

MEDINA, A.; COOMAN, A.; PARRADO, C.A.; SCHREVENS, E. (2006). Evaluation of Energy Use and Some Environmental Impacts for Greenhouse Tomato Production in the High Altitude Tropics. Wageningen (Netherlands). ISHS, Acta Horticulturae, 718: 415-421.

MILÀ I CANALS, L.; COWELL, S.J.; SIM, S.; BASSON, L. (2007). Comparing local versus imported apples: a focus on energy use. Environmental Science and Pollution Research, 14: 276-282.

MUÑOZ, P.; ANTÓN, A.; NUÑEZ, M.; PARANJPE, A.; ARIÑO, J.; CASTELLS, X.; MONTERO, J.; RIERADEVALL, J. (2007). Comparing the environmental impacts of greenhouse versus open-field tomato production in the Mediterranean region. GreenSys 2007. High Technology for Greenhouse System Management. Naples (Italy). October 4-6, ISHS Acta Horticulturae, 801: 1.591-1.596.

MUÑOZ, P.; ANTÓN, A.; PARANJPE, A.; ARIÑO, J.; MONTERO, J.I. (2008). Low Nitrogen Input Can Reduce Environmental Impact Reducing Greenhouse Tomato Yield. . Agronomie and Sustainable Development, 28: 489-495.

RUSSO, G.; SCARASCIA-MUGNOZZA, G. (2004). LCA methodology applied to various typology of greenhouses. In: G. Bot and L. Marcelis (Editors), Sustainable greenhouse systems. Wageningen University and Research Centre, Leuven (Belgium). ISHS. Acta Horticulturae, 691: 837-843.

SIM, S.; BARRY, M.; CLIFT, R.; COWELL, S.J. (2007). The relative importance of transport in determining an appropiate sustainability strategy for food sourcing. International Journal of Life Cycle Assessment, 12 (6) 11A, 12A: 422–431.

TORRELLAS, M.; DE LEÓN, W.; RAYA, V.; MONTERO, J.; MUÑOZ, P.; CID, M.; ANTÓN, A. (2008). LCA and tomato production in the Canary Islands, The 8th International Conference on EcoBalance. The Institute of Life Cycle Assessment, Japan, Tokio.

Van Woerden, S., 2001. The application of Life Cycle Analysis in glasshouse horticulture, International Conference LCA in Foods, Gothenburg: 136-140.

VERHAGEN, J.B.G.M.; BOON, H.T.M. (2008). Classification of growing media on their environmental profile. International Symposium on Growing Media. Angers. (France) ISHS Acta Horticulturae, 779: 231-238.

AGRADECIMIENTOS

El Instituto Nacional de Investigaciones Agrarias ha financiado con los proyectos INIA-RTA03-096-C5-2 e INIA-RTA2005-0142-CO2-02 la aplicación de la metodología ACV para el estudio de los invernaderos de Andalucía y Canarias respectivamente. Dentro del 7º programa marco de la UE se está desarrollando el proyecto EUPHOROS (KBBE-2007-1-2-04) que utiliza esta misma metodología para evaluar el estado actual de los invernaderos en Europa y las posibles mejoras desde un punto de vista ambiental.

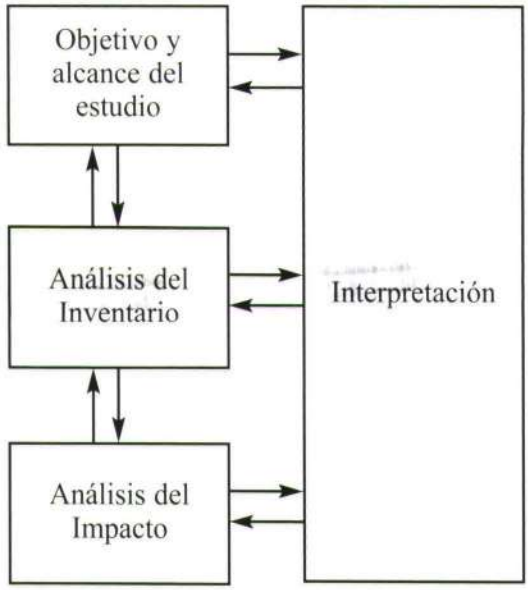

Figura 1. Las fases de un ACV de acuerdo a ISO 14040

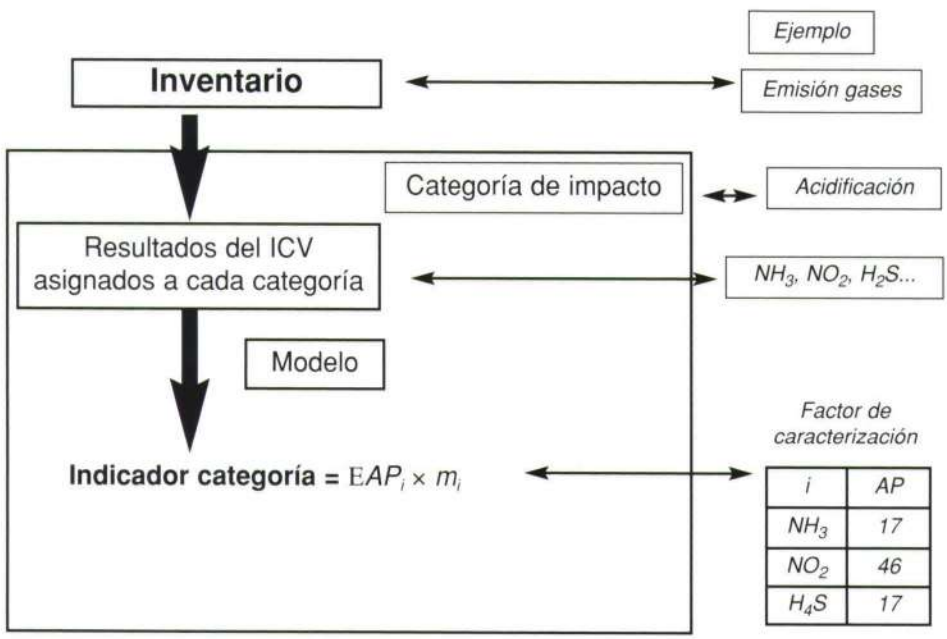

Figura 2. Esquema de la clasificación y caracterización en la fase del AICV. Ejemplo para la categoría de acidificación