



AVALUACIÓ AMBIENTAL

RESUM

L'objectiu d'aquesta fitxa tècnica és la difusió de la metodologia Anàlisi de Cicle de Vida, ACV, com a mètode per avaluar ambientalment l'agricultura ecològica, detectar els punts febles i aportar alternatives.

Els estudis d'ACV utilitzen la metodologia proposada per les normatives ISO (ISO-14040, 2006; ISO-14044, 2006).

Els estudis previs que l'han aplicat avalen la metodologia, mostrant que l'eina ACV reuneix les característiques d'objectivitat i transparència per a l'estudi de l'impacte ambiental de la producció agrària ecològica. Existeixen, però, aspectes metodològics poc desenvolupats que requeriran de futura recerca i que resumim en aquesta fitxa. Aspectes principalment relacionats amb la necessitat de bases de dades locals per una correcta realització dels inventaris i consens en les metodologies per anàlisis d'impactes relacionats principalment amb l'ús del sòl, biodiversitat i toxicitat.

01. Introducció

La **Producció Agrària Ecològica (PAE)** es defineix com un mètode d'obtenció de productes agraris i alimentaris que posa un especial èmfasi en la utilització de productes i tècniques el més naturals possibles, excloent totes aquelles que potencialment poden malmetre la qualitat del producte final o el medi ambient en què es realitza. Per avaluar què és una opció ambientalment neta i, si fos el cas, corregir, es precisa d'eines de quantificació de l'impacte ambiental objectives i transparents.

L'**anàlisi del cicle de vida (ACV)**, es considera una metodologia apropiada per a dur a terme l'estudi ambiental de productes i processos. Aquesta eina va ser creada inicialment per avaluar processos industrials i a mitjans de la dècada dels 90 es va començar a adaptar al sector agrícola.

L'objectiu d'aquesta fitxa tècnica és la difusió de la metodologia Anàlisi de Cicle de Vida, ACV, com a mètode per avaluar ambientalment l'agricultura ecològica, detectar-ne els punts febles i aportar alternatives.

Després d'un breu resum de la metodologia, que pot ser ampliat amb la bibliografia que es dóna, es fa un repàs a les principals conclusions dels treballs existents fins ara d'aplicació d'ACV a l'agricultura ecològica. Per últim es conclou amb una secció on s'han llistat tots aquells aspectes que han de ser susceptibles de futura recerca.

02. Metodologia de l'Anàlisi de Cicle de Vida

L'ACV avalua les **càrregues ambientals** associades al **cicle de vida** d'un producte, procés o activitat, identificant i quantificant l'ús de matèria i energia i emissions a l'entorn, per tal de determinar l'impacte que la utilització d'aquests recursos i les emissions produeixen en el medi ambient i avaluar i dur a terme estratègies de millora ambiental.

Els estudis d'ACV utilitzen la metodologia proposada per la **normatives ISO (ISO-14040, 2006; ISO-14044, 2006)**. Al març de 2010 aquesta normativa s'ha vist complementada amb la **guia de l'ILCD**, Internacional reference Life Cycle Data system, que inclou una xarxa de base de dades: International Data Base Network. Aquesta guia pretén homogeneïtzar les diferents opcions metodològiques per tal d'obtenir resultats més acurats en qualitat i consistència (ILCD, 2010).

Un projecte d'ACV s'estructura en quatre fases: definició dels objectius i abast de l'estudi, anàlisi de l'inventari, anàlisi de l'impacte i interpretació.

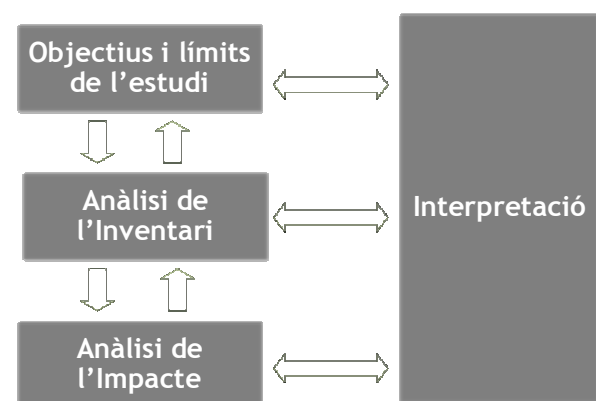


Figura 1. Esquema de les fases d'un estudi d'Anàlisi de Cicle de Vida (ISO 14040).

02.01 Definició d'objectius i abast de l'estudi

En aquesta fase es defineix el tema d'estudi i s'inclouen les raons per dur a terme l'estudi, l'aplicació prevista, els autors de l'estudi, el/s destinataris de la informació i si els resultats seran públics o no. També en aquesta fase es defineix la **unitat funcional**. La unitat funcional descriu la funció principal del sistema analitzat proporcionant una referència en relació a la qual les entrades i sortides del sistema poden ser normalitzades

en un sentit matemàtic.

Quan es tracti de processos que produeixen dos o més productes s'assignaran les càrregues a cadascun dels productes seguint els criteris establerts per la norma.

En agricultura és habitual utilitzar la producció com a unitat funcional (per exemple, kg de tomàquets). Altres possibles unitats funcionals serien superfície conreada (ha), benefici econòmic (€) i/o propietats nutritives (contingut en vitamines). L'ús de més d'una unitat funcional pot ser especialment recomanable quan es tracti de comparacions.

02.02 Realització de l'inventari

Recollida de dades corresponents als **consums (de matèria i energia) i les emissions** de cadascuna de les diferents etapes del cicle de vida del producte. Per realitzar l'inventari s'agafen normalment dades de camp, anomenades **dades primàries**, per a les etapes principals (s'han d'obtenir i/o calcular del procés que estem analitzant) i dades genèriques per a les etapes secundàries (normalment a partir d'una base de dades o estadístiques), anomenades **dades secundàries**.

Entre d'altres dades primàries caldrà recollir les dades corresponents a fertilitzants, planter, tasques culturals, potència tractor i hores d'utilització, pesticides, potència de les bombes i hores de funcionament del reg, materials emprats en la distribució reg, substrats, coberts, hivernacles, túnels, residus generats, caixes i material collita, transports, etc.

02.03 Anàlisi de l'impacte

Avaluació dels impactes que aquests consums i emissions poden provocar sobre el medi ambient. En aquesta fase es tracta de convertir la informació obtinguda en l'inventari en una informació interpretable. Dels centenars de valors d'intervencions ambientals (emissions, recursos consumits, etc.) obtinguts en l'inventari, es passa a veure com aquestes intervencions afecten al medi ambient com **impactes ambientals, escalfament global, pluja àcida, eutrofització, toxicitat, esgotament de recursos**, etc. I en darrer terme, a les tres grans àrees de protecció, **salut humana, entorn natural i recursos**. Cadascuna d'aquestes intervencions es converteixen a una unitat comuna i pròpia de cada categoria d'impacte. Els factors utilitzats es basen en models científics reconeguts i s'anomenen **factors de caracterització** o factors equivalents.

Exemple: En el cas de la categoria d'impacte canvi climàtic, de l'inventari se seleccionaran les emissions de gasos amb efecte hivernacle, CO_2 , N_2O , i CH_4 principalment. L'indicador de la categoria serà kg de CO_2 eq. Com factor de caracterització s'utilitzarà el potencial d'escalfament produït per cada gas amb efecte hivernacle seguint el model del IPCC (IPCC, 2006). Un kg de N_2O equival a 296 kg de CO_2 i un kg de CH_4 equival a 21 kg de CO_2 .

Una diferència important entre els diferents mètodes d'avaluació d'impactes es troba en el fet d'analitzar l'efecte final sobre les àrees de protecció, o bé considerar els efectes intermedis. Les categories d'impacte ambiental intermèdies es troben més properes a la intervenció ambiental i permeten, en general, models de càlcul que s'ajusten millor a aquesta intervenció. Les categories d'impacte finals són variables que afecten directament a la societat, per tant la seva selecció resultaria més rellevant i comprensible a escala global. Malgrat això, la metodologia per dur a terme la seva quantificació no està plenament elaborada ni existeix el suficient consens científic necessari per a recomanar el seu ús.

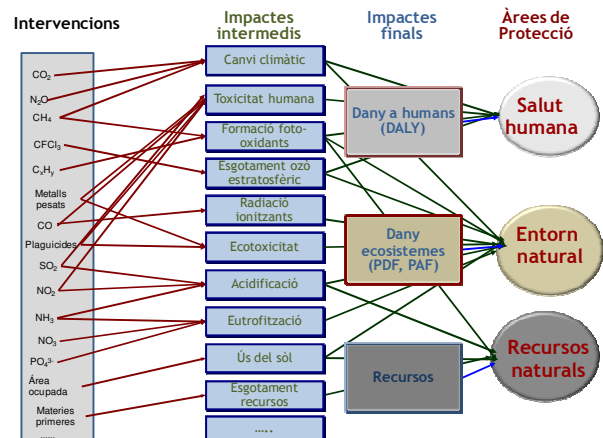


Figura 2. Esquema que relaciona les intervencions amb els impactes intermedis o finals i les corresponents Àrees de Protecció (adaptat de ILCD 2010).

02.04 Interpretació

La Interpretació és la fase d'un ACV en la qual es combinen els resultats de l'anàlisi de l'inventari amb l'avaluació de l'impacte. Els resultats d'aquesta interpretació poden adquirir la forma de **conclusions i recomanacions** per a la presa de decisions. Permet determinar en quina fase del cicle de vida del producte es generen les principals càrregues ambientals i, per tant, quins punts del sistema avaluat poden ésser o han de ser millorats. En els casos de comparació de diferents productes es podrà determinar quin presenta un millor comportament ambiental. Tanmateix també en aquesta fase es farà una **revisió crítica** de la qualitat de les dades emprades.

Tal i com es pot veure a la figura 1 aquestes quatre fases no són simplement seqüencials. L'ACV és una tècnica iterativa que permet anar incrementant el nivell de detall en successives iteracions.

03. ACVs i agricultura ecològica

Diversos estudis han aplicat aquesta metodologia per l'estudi de l'impacte ambiental de la producció ecològica. Entre els més coneguts es poden citar els treballs enfocats a la producció de **llet** (Cederberg and Mattson, 2000; Cederberg and Stading, 2003; de Boer, 2003; Thomassen *et al.*, 2008), a **cereals**: blat (Meisterling *et al.*, 2009), sègol, ordi i blat de moro (Ecoinvent, 2010; Nielsen *et al.*, 2003), **vi** (Pizzigallo *et al.*, 2008), i alguns productes hortícoles com **patates** (Mattsson and Wallén, 2003) o **pastanagues** (Mattsson, 1999), i fruiters com **pomes** (Blanke, 2008; Milà i Canals *et al.*, 2006). Bàsicament es tracta d'estudis comparatius entre producció ecològica i convencional i/o integrada.

Els **resultats d'aquests estudis són contradictoris** en funció de les categories d'impacte analitzades i dels diferents productes. Especialment per a categories com demanda energètica o canvi climàtic, la diversitat dels resultats no permet concloure la millora ambiental d'un o altre mode de producció.



Foto 1. Assaig col-i-flors a Lleida (Marta Seda, 2010)

Com a tret general es pot evidenciar una **millor gestió en la conservació dels recursos** per part de l'agricultura ecològica, des del punt de vista de l'ús de menys entrades, especialment fòssils i minerals.

Els principals inconvenients venen marcats per unes **menors produccions**, el que restaria eficiència en recursos com l'ús del sòl, o la utilització de maquinària.

Categories d'impacte com eutrofització i acidificació resulten beneficiades en l'agricultura ecològica mentre que per altres autors són clarament perjudicades degut a una més alta pèrdua de nutrients provocada per un menor control sobre el maneig de la fertilització orgànica (Nemecek *et al.*, 2011).

Una clara diferència a favor de la producció ecològica s'ha trobat per les categories de **toxicitat**, que pot ser explicada pel no ús de pesticides sintètics, essent però qüestionable la metodologia actual per a l'avaluació dels pesticides naturals i productes basats en el coure.

Per altra banda no existeix en aquest moments una categoria d'impacte consensuada per tenir en compte la **biodiversitat**, aspecte en què les aproximacions fetes fins ara mostren un més gran potencial per l'agricultura ecològica (Mader P *et al.*, 2002).

D'aquests estudis també es reflecteix que la utilització de la producció com Unitat Funcional, sovint va en detriment de l'agricultura ecològica degut a menors produccions. La major part d'aquests estudis comparen mitges entre els diferents sistemes, però l'alta **variabilitat** pròpia dels processos agrícoles porta a concloure que en molts casos no hi ha un sistema clarament millor des del punt de vista ambiental, sinó que ambdós sistemes de cultiu són susceptibles de millora ambiental. Un altre punt a considerar és la igualació de la producció al llarg del temps, caldran estudis a llarg termini que puguin confirmar aquest aspecte.

04. Conclusions i perspectives

L'eina ACV reuneix les característiques d'**objectivitat i transparència** que la fan útil per avaluar els aspectes ambientals més rellevants. Des de fa uns anys, l'ACV s'ha estat adaptant per determinar els impactes ambientals provocats per l'agricultura, però no s'ha utilitzat massa en l'agricultura ecològica. D'aquest fet es pot concloure que existeixen limitacions en els ACVs agrícoles, en general, i que afecten especialment a l'agricultura ecològica. Aquestes limitacions estan causades per manca de dades o relacionades amb **aspectes metodològics poc desenvolupats** que caldrà aprofundir. Presentem un resum d'aquestes:

- Escassa **disponibilitat de bases de dades**, seria molt útil disposar de bases de dades nacionals, especialment per productes comuns per exemple fertilitzants orgànics, emissions maquinària, etc.

- Comptabilització d'impactes deguts a l'emissió de nutrients, especialment en relació al **cicle de Nitrogen**.

- Avaluació i influència de l'increment de **matèria orgànica** en el sòl com a nucli de l'agricultura ecològica

- Homogeneïtzació del càlcul del **segrest de carboni**: no existeixen dades consolidades en segrest de carboni i emissions de gasos amb efecte hivernacle.

- Pèrdua de sòl deguda a l'**erosió**: la pèrdua de sòl afecta negativament a les característiques associades amb la productivitat dels cultius, incloent capacitat d'emmagatzematge d'aigua, contingut de nutrients, matèria orgànica, etc.

- Quantificació d'impactes en ús del sòl i **canvis d'ús del sòl**, i la seva relació amb la lluita contra el canvi climàtic. Un increment de la demanda de productes orgànics amb, en general, una més **baixa productivitat** podria significar una més alta demanda d'ús del sòl.

-Importància dels **continguts nutricionals** dels aliments. Hi ha diferències entre agricultura ecològica i convencional?

-**Variabilitat i incertesa dels estudis**: cal tenir en compte que l'agricultura presenta una alta variabilitat i incorporar igualment la incertesa produïda per l'ús de models en el càlcul dels inventaris i els impactes, especialment si es volen fer comparacions.

-**Normalització dels resultats**: cal consensuar valors de referència que ens permetin avaluar si l'impacte és gran o petit.

-**Biodiversitat**: calen factors de caracterització que relacionin les diferents intervencions sobre el medi i com aquests afecten a la biodiversitat.

-**Toxicitat dels pesticides**: Els mètodes proposats en ACV per al càlcul de la toxicitat provocada pels pesticides precisen d'informació exhaustiva de les propietats físico-químiques, estudis de toxicitat, etc., informació obligatòria en el cas dels pesticides sintètics però no sempre disponible per als productes naturals.

05. Bibliografia

Blanke, M. 2008. *Life Cycle Assessment (LCA) and Food Miles - an Energy Balance for Fruit Imports versus Home-Grown Apples*, pp. 59-64, In E.-i.-C. R. K. P. a. S. D. Bishop, (ed.) XXVII IHC-S11 Sustainability through Integrated and Organic Horticulture, Vol. 767. ISHS, Seoul, Korea.

Cederberg, C. and Mattson, B. 2000. *Life cycle assessment of milk production—a comparison of conventional and organic farming*. Journal of Cleaner Production 8:49-60.

Cederberg, C. and Stading, M. 2003. *System Expansion and Allocation in Life Cycle Assessment of Milk and Beef Production*. International Journal of Life Cycle Assessment 8:350-356.

de Boer, I.J.M. 2003. *Environmental impact assessment of conventional and organic milk production*. Livestock Production Science 80:69-77.

Ecoinvent. 2010. *Ecoinvent Data v2.2*. Swiss Centre for Life Cycle Inventories. www.ecoinvent.ch

ILCD. 2010. *International Reference Life Cycle Data System Handbook*. European Commission. Joint Research Centre. Institute for Environment and Sustainability. www.jrc.europa.eu

IPCC. 2006. *Guidelines for national greenhouse gas inventories*. IPCC, Prepared by the Greenhouse Gas Inventories Programme, Eggleston, HS, Buendia, L. Miwa, K., Ngara, T. and Tanabe, K. (eds). IGES, Hayama, Japan. www.ipcc-nggip.iges.or.jp

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

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

Mader P, Fließbach A, Dubois D, Gunst L, Fried P and U., N. 2002. *Soil fertility and biodiversity in organic farming*. Science 296:1694-7.

Mattsson, B. 1999. *Life cycle assessment (LCA) of carrot puree: case studies of organic and integrated production*. SIK Rapport. n° 653

Mattsson, B. and Wallén, E. 2003. *Environmental Life Cycle Assessment (LCA) of Organic Potatoes*, pp. 427-435, In E. R. Y. Yada, (ed.) XXVI International Horticultural Congress: Potatoes, Healthy Food for Humanity: International Developments in Breeding, Production, Protection and Utilization, Vol. 619, Toronto, Canada. Nov. 2003.

Meisterling, K., Samaras, C. and Schweize, V. 2009. *Decisions to reduce greenhouse gases from agriculture and product transport: LCA case study of organic and conventional wheat*. Journal of Cleaner Production 17:222-230.

Milà i Canals, L., Burnip, G.M. and Cowell, S.J. 2006. *Evaluation of the environmental impacts of apple production using Life Cycle Assessment (LCA): Case study in New Zealand*. Agriculture, Ecosystems & Environment 114:226-238.

Nemecek, T., Dubois, D., Huguenin-Elie, O. and Gaillard, G. 2011. *Life cycle assessment of Swiss farming systems: I. Integrated and organic farming*. Agricultural Systems 104:217-232.

Nielsen, P., Nielsen, A., Weidema, B., Dalgaard, R. and Halberg, N. 2003. *LCA food data base*. [Online] www.lcafood.dk

Pizzigallo, A.C.I., Granai, C. and Borsa, S. 2008. *The joint use of LCA and emergy evaluation for the analysis of two Italian wine farms*. Journal of Environmental Management 86:396-406.

Thomassen, M.A., van Calster, K.J., Smits, M.C.J., Iepema, G.L. and de Boer, I.J.M. 2008. *Life cycle assessment of conventional and organic milk production in the Netherlands*. Agricultural Systems 96:95-107.

Autors/es:

Assumpció Antón, Marta Seda, Pere Muñoz,
Martine Dorais

AFILIACIÓ IRTA. Centre de Cabriels, km 2, Cabriels

Tel.: 93 750 75 11