

AJUTS A LA RECERCA 2009-2010

ANÀLISI DEL CICLE DE VIDA (ACV) COMPARATIU ENTRE ALTERNATIVES DE CONSUM

Avaluació de l'impacte ambiental de diferents alternatives de consum depenen de l'envasatge en enciams i tomàquets a un supermercat comú.

**MAS, A. Estudiant d'Enginyeria de Camins, Canals i Ports,
Universitat Politècnica de Catalunya. isaton@gmail.com**

**FERRER, I. Professora del Departament d'Enginyeria Hidràulica,
Marítima i Ambiental, Universitat Politècnica de Catalunya.
ivet.ferrer@upc.edu**

1. INTRODUCCIÓ I OBJECTIUS

1.1 Introducció

La gestió de residus municipals a l'Àrea Metropolitana de Barcelona s'ha convertit en les últimes dècades en un dels temes principals i prioritaris a millorar. Aquesta creixent consciència pel que fa a la importància de la protecció ambiental i els possibles impactes associats a la producció de residus, han fet augmentar l'interès pel desenvolupament de mètodes per a comprendre millor i reduir aquests impactes. Un dels camins on s'està emfatitzant des de l'Àrea Metropolitana de Barcelona és en els productes tant manufacturats com consumits, incloent també els serveis [1], i una de les tècniques utilitzades en aquest camp és l'Anàlisi del Cicle de Vida (ACV).

L'ACV és una eina que ajuda a identificar i avaluar tots els efectes ambientals associats a la vida d'un producte o d'un procés, des del inici a la seva fi, a través d'una visió general i una perspectiva sistemàtica. La International Standards Organization (ISO) ha redactat una sèrie de normatives que normalitzen l'ús de l'ACV [2].

Aquesta tesina pretén comparar l'impacte associat a l'envasatge de productes de consum comuns per tal de reduir la producció de residus i els impactes ambientals associats. S'estudien quatre alternatives a l'hora de comprar enciams: 1) Enciam Romana Net i envasat amb bosses de dues unitats, 2) Enciam Romana sense cap tractament, 3) Enciam Iceberg, i 4) Enciam net i trossejat envasat amb bossa; i quatre alternatives a l'hora de comprar tomàquets: 1) Tomàquets a granel en una bossa de plàstic, 2) Tomàquets envasat amb una safata porexpan i plàstic film, 3) Tomàquets envasats amb safata de plàstic i bossa de plàstic, i 4) Tomàquets envasats amb safata de cartró i bossa de plàstic. El sistema estudiat inclou els impactes d'explotació de les alternatives de consum, és a dir, els impactes generats pel transport, l'energia elèctrica, el tractament dels residus, però no els de la construcció de la planta de reciclatge, per exemple.

Per a poder comparar les alternatives és necessari que totes les dades estiguin referides a una unitat funcional. L'ACV realitzat pren com a unitat funcional 1 kg d'enciam consumit i 1 kg de tomàquet consumit. Les categories d'impacte avaluades són les especificades en les normes ISO. No obstant es fa especial èmfasi en les més remarcables: esgotament de recursos abiòtics, eutrofització, acidificació i canvi climàtic.

Per a realitzar l'anàlisi de cicle de vida comparatiu es farà ús del programa informàtic SimaPro (Pre Consultants), que inclou bases de dades internacionals com Ecoinvent o BUWAL 250.

1.2 Objectius

Els objectius específics de la present tesina son:

- Desenvolupar un Anàlisi del Cicle de Vida comparatiu de diferents productes de consum disponibles al Caprabo del carrer de Sants 300 de Barcelona.
- Avaluar les alternatives de consum tant pel que fa enciams com per tomàquets, tenint en compte la reducció de residus i l'impacte ambiental associat.
- Proposar millores que permetin reduir significativament els residus generats i la contaminació ambiental, ja sigui en els envasats, el transport, la distribució i/o el consum.

2. RECERCA BIBLIOGRÀFICA

2.1 Generació de residus

Durant el 2009 es van generar 1.606.674 tones de residus municipals a l'Àrea Metropolitana de Barcelona [1]. En comparació amb el 2008 suposa la disminució més important en els últims vuit anys (un 2,43%), la qual és encara més destacada si es considera que el nombre d'habitants a l'àrea metropolitana ha augmentat un 0,98%, de manera que la generació per càpita ha passat de 1,42 kg/hab i dia a 1,38 kg/hab i dia.

L'Entitat Metropolitana del Medi Ambient va aprovar el 2007 el Programa de gestió de residus municipals de Catalunya (PROGEMIC 2012), que estableix per primer cop uns objectius quantitius de prevenció.

L'objectiu final és reduir la generació de residus en un 10% respecte dels nivells de 2007. Per fraccions, aquesta reducció es concreta en un 2% de la fracció orgànica de residus municipals (FORM), un 2% de paper i cartró, un 1% de vidre, un 1% d'envasos lleugers i un 4% d'altres residus com runa, voluminosos, oli o residus especials. [1]

Per aconseguir aquests objectius els trets essencials en els quals es basa nou model de gestió de residus municipals de Catalunya són: enfortir i estendre les recollides selectives al conjunt de Catalunya i tractar el 100% de les fraccions de residus, inclosa la fracció resta, prioritzant la valorització material i reduir i/o estabilitzar el rebuig destinat a disposició final.

A part es contempen altres vies de treball com són: accions per potenciar el consum sostenible i la reducció de residus, incrementar la recollida selectiva i la valorització dels productes reciclables, millorar l'eficiència en tractar la fracció Resta amb mètodes de triatge i de valorització. [1]

D'altra banda, aquest nou model s'ha de complementar amb la intensificació de polítiques en el camp de la comunicació, la sensibilització, l'educació i la formació. Aquesta tesina n'és un exemple.

2.2 Estat de l'art d'aplicació de l'ACV als productes de consum

L'Anàlisi del cicle de vida va ser desenvolupat inicialment per productes manufacturats o materials però aquest enfocament conceptual s'ha adaptat per avaluar els efectes ambientals de processos, com per exemple el tractament d'aigües residuals o residus municipals. [3]

Actualment existeix un ampli ventall de treballs amb l'eina ambiental ACV sobre productes de consum i la projecció futura augura un increment notable d'aquests, gràcies a la inclusió de l'eina a l'etiqueta ecològica de la Unió Europea, a la Nordic Label, Ángel Azul, etc. [4] [5] com a referent científic per a discernir sobre projectes. Concretament, un dels principis per aconseguir l'etiqueta ecològica és: "La determinació dels efectes ambientals mitjançant l'examen durant el cicle de vida del producte o del servei, i de les seves interaccions amb el medi ambient, incloent-hi l'ús d'energia i de recursos naturals." [9] A més, una dificultat important dels sol·licitants de l'Etiqueta ecològica de la Unió Europea consisteix en trobar proveïdors de primeres matèries que compleixin amb els requisits exigits per les Decisions de la Comissió Europea que fixen els criteris d'obligat

compliment per a cada categoria de producte, i ja s'ha elaborat una base de dades millorar la recerca a aquelles empreses que volen aconseguir l'etiqueta ecològica. [10]

No obstant, quan es busquen estudis on es comparin diferents alternatives de consum, els resultats són més limitats ja que l'ACV és més usada per a productes únics. [10]

2.3 Productes de consum: Enciams i tomàquets

Els últims anys hi ha hagut un increment en el consum de verdures i hortalisses al voltant d'un 16 % [15]. Pel que fa a tomàquets es consumeixen 16,1 Kg/càpita anual i pel que fa a enciams, escarola, endívies uns 6,6 Kg/càpita anual.

Tenint en compte que la població total de l'àrea metropolitana de Barcelona és de 3.218.071 d'habitants, el consum anual total d'enciams és de 21.200 tones i de tomàquets és de 51.800 tones.

3. INFORME DE L'ACV COMPARATIU SOBRE ALTERNATIVES DE CONSUM

3.1 Abast de l'ACV

En aquest apartat s'explica el sistema que engloba l'ACV desenvolupat, els límits i la seva avaluació.

3.1.1 Descripció del sistema

Les alternatives analitzades són les següents:

- ENCIAMS

E1 Enciam Romana Net i envasat amb bosses de dues unitats

E2 Enciam Romana sense cap tractament.

E3 Enciam Iceberg

E4 Enciam net i trossejat envasat amb bossa

- TOMÀQUETS

T1 Tomàquets a granel en una bossa de plàstic

T2 Tomàquets envasat amb una safata porexpan i plàstic film

T3 Tomàquets envasats amb safata de plàstic i bossa de plàstic

T4 Tomàquets envasats amb safata de cartró i bossa de plàstic

3.1.2 Unitat funcional

La unitat funcional del sistema és: 1 kg d'Enciam consumit o bé 1 Kg tomàquet consumit.

Per tant, els resultats de les categories d'impacte a comparar entre les diferents alternatives faran referència a l'impacte que genera el consum d'1 Kg d'enciam o 1 Kg de tomàquet.

3.1.3 Límits del sistema

El sistema comença amb el tractament que dels productes recol·lectats (neteja). Dins el cicle només es comptabilitzen els impactes derivats de la fase d'operació, però no de la construcció. Així doncs, no es considera l'energia ni els recursos naturals necessaris per construir la planta de neteja dels enciams, ni la planta de triatge de residus. Tampoc no es té en compte el manteniment ni el desmantellament de les plantes al final de la seva vida, perquè es considera que l'impacte provocat pel manteniment d'un dia i el corresponent desmantellament final causen un impacte menyspreable comparat amb el total.

Es considera que el transport de totes les alternatives d'enciams (provinents d'Almeria, com es veurà més endavant) és el mateix. També es considera el cas ideal en què tots els materials són reciclats al 100% (menys el porexpan) i que tota la matèria orgànica es cofermenta (producció de compost i de biogàs).

3.1.4 Categories d'impacte

Considerant els impactes potencials que es volen tenir en compte, es presenten a la Taula 1 les categories d'impacte considerades en aquest ACV:

Taula 1. Categories d'impacte ambiental de l'ACV

Categoria d'impacte	Escala geogràfica		Mètode utilitzat
Esgotament de recursos abiòtics	ERA	Global	CML 2 baseline
Ús del Sòl	US	Local	CML 2 baseline
Canvi Climàtic	CC	Global	CML 2 baseline
Esgotament de l'ozó estratosfèric	ODI	Global	CML 2 baseline
Formació d'oxidants fotoquímics	FOF	Continental/Regional/local	CML 2 baseline
Acidificació	Ac	Continental/Regional/local	CML 2 baseline
Eutrofització	Eu	Continental/Regional/local	CML 2 baseline
Toxicitat humana	Th	Continental/Regional/local	CML 2 baseline
Eco-toxicitat	ET	Continental/Regional/local	CML 2 baseline

En l'anàlisi més exhaustiu dels resultats s'analitzaran les categories més usuals i relacionades amb aquesta tesina: esgotament de recursos abiòtics, acidificació, eutrofització i canvi climàtic.

3.1.5 Limitacions

La principal dificultat i limitació, que es presenta a l'hora de realitzar aquest estudi es la recopilació de dades i la transformació de les dades obtingudes en dades adequades per avaluar les categories d'impacte. Els motius d'aquesta limitació pràctica són la manca de mitjans per aconseguir dades reals i el requeriment temporal que suposaria recollir totes les dades necessàries per a realitzar un ACV complet per a cada alternativa.

Aquesta limitació és el factor determinant a l'hora de definir els límits del sistema, i provoca que s'hagin d'eliminar processos o parts del cicle de vida del sistema que podrien ser interessants a nivell global.

3.2 Anàlisi de l'inventari de IACV

3.2.1 Recopilació de dades

La informació d'aquest camp s'ha obtingut a través de: mesures de laboratori i de camp; i consultes a les empreses encarregades de la manipulació i transport dels aliments fins al destí i també les gestores del residu.

Per cada alternativa s'han analitzat 20 mostres d'enciams i 15 mostres de tomàquets.

3.2.2 Dades de la gestió del producte fins al Supermercat

En el cas dels enciams es considera que tots els enciams provenen del mateix proveïdor: SAT Peregrin, ubicat a Pulpi (Almeria). El transportista porta el producte fins a Mercabarna i d'allà es transporta al supermercat. El mateix proveïdor és el que prepara el producte per ser transportat al supermercat (envasatge, neteja, etc.). Es considera que l'empresa de transport que porta els enciams des Mercabarna al supermercat (TAE transportes) és la mateixa per a tots i que sempre porta la mateixa càrrega pels quatre enciams.

Es considera per les quatre alternatives tenen la mateixa distància de transport de 736 km fins a Mercabarna (es considera el trajecte d'anada i tornada) en un tràiler de 10 tones de càrrega mitjana i 5,7 km del mercabarna al Caprabo (es considera el trajecte d'anada i tornada) en un camió de 3500 kg de càrrega total mitjana.

Així doncs, les dades de gestió del producte fins al supermercat per cada alternativa es recullen a la Taula 2.

Taula 2. Dades de gestió dels enciams fins al supermercat

	E1	E2	E3	E4
Aigua per netejar i tallar l'enciam	-	-	-	0,467 L (3000 peces d'enciam per cada 1400 L)
Matèria orgànica no utilitzada	250 g. Aprofitats per compostatge	-	-	250 g (aprofitada per compostatge)
Electricitat per tallar i netejar l'enciam	-	-	-	0,00996 Kw/h (3,25 Kw per netejar cada 1400 u. I 10,7 Kw per tallar cada 1400 u.)

En el cas dels tomàquets, arrel dels resultats de l'ACV en els enciams, no s'ha tingut en compte la procedència ni el transport dels tomàquets fins al supermercat, ja que és la font d'impacte més important i emmascara els resultats, sense aportar diferències de cara a la comparació dels mateixos.

3.2.3 Dades de l'ús dels productes (consum per part del consumidor)

A la Taula 3 es recullen les dades del consum per part del consumidor.

Taula 3. Dades del consum dels enciams per part del consumidor

	E1	E2	E3	E4
Part orgànica no usada (g/Kg enciam consumit)	79,2	227,8	106,2	-
Part orgànica usada (g/Kg enciam consumit)	920,8	772,2	893,8	-
Aigua (L/Kg enciam consumit)	1,4	5,5	3,7	-
Pes del plàstic (g/Kg enciam consumit)	0,0087	-	5,1	0,021

El plàstic dels envasos de totes les alternatives d'enciams és el mateix: Polietilè de Baixa Densitat (LDPE).

Pel que fa als tomàquets, es poden veure els resultats a la Taula 4:

Taula 4. Dades del consum dels tomàquets per part del consumidor

	T1	T2	T3	T4
Part orgànica no usada (g/Kg tomàquet consumit)	-	15,5	18,6	22,7
Pes safata (g/Kg tomàquet consumit)	-	10,4	19,6	4,4
Aigua (L/Kg tomàquet consumit)	2,2	2,2	2,5	2,1
Pes de la bossa plàstic (g/Kg tomàquet consumit)	4,7	3,7	5,6	6,4

Els plàstics usats són:

- Polietilè de Baixa densitat. (LDPE): les bosses de tomàquets a granel, dels tomàquets envasats amb safata de plàstic i dels tomàquets envasats amb safata de cartró.
- Polièstirè Expandible (EPS): la safata de porexpan.
- Polipropilè Granulat (PP): la safata dels tomàquets envasats amb safata de plàstic.

3.2.4 Dades de la gestió del residu de cada alternativa

Es considera que la matèria orgànica recollida al barri de les Corts de Barcelona es porta a l'Ecoparc 1 de la zona Franca. A la distància del recorregut (9,8 Km) se li ha de sumar 4 km corresponents als trajectes interns que fa el camió de recollida, a més del trajecte de tornada que es fa buit [3].

Els plàstics es consideren 100% reciclats en el seu destí final. Es considera que els plàstic recollits en el contenidor groc es porten a la planta de triatge de Gavà (19 km), considerant també els 4 km de més i el trajecte de tornada.

Es considera també que tots els residus es recullen al mateix punt (carrer Arizala). La safata de Porexpan de la segona alternativa de tomàquets és l'únic element que no es recicla i va a abocador. L'abocador és el de Can Mata dels Hostalets de Pierola (37 km). Es consideren també els km de tornada del camió. No hi ha dades sobre els costos d'explotació (tria, compactació, selecció, etc.) de la planta de triatge de Gavà.

Per a totes les alternatives, tant d'enciams com de tomàquets, s'utilitzen les mateixes dades, resumides a la Taula 5.

3.2.5 Dades de la contaminació dels processos involucrats

Per a cada procés involucrat, com per exemple el transport, es necessiten les dades de contaminació que aquest genera. Les dades de cada procés estant incloses en les bases de dades internacionals del programa de SimaPro utilitzades en aquesta tesina: Ecoinvent i BUWAL 250.

Taula 5. Dades de la gestió de les alternatives de consum

Transport a Ecopark	9,8	Camió de transport municipal amb una mitjana de 4.100 tones de càrrega
Transport a Gavà planta de triatge	19 km	Camió de transport municipal amb una mitjana de 4.100 tones de càrrega
Transport a planta de reciclatge	36 km	Camió de transport amb una mitjana de 5.000 tones de càrrega
Transport a dipòsit controlat	37km	Camió de transport amb una mitjana de 5.000 tones de càrrega

3.3 Resultats de l'avaluació de l'impacte ambiental de l'ACV

En aquest apartat es descriuen els resultats del model desenvolupat a partir de la implementació de les dades mitjançant el programa SimaPro.

A la Taula 6 i la Figura 1 es mostren els resultats de les comparacions de les diferents alternatives d'enciams.

- ENCIAMS

Taula 6. Resultats per a cada categoria d'impacte en les alternatives d'enciams

Categoria d'impacte	Unitat	E1	E2	E3	E4
Canvi climàtic	kg CO2 eq	0,172254	0,124645	0,091697	0,137444
Eutrofització	kg PO4--- eq	0,000633	0,000448	0,000221	0,000489
Acidificació	kg SO2 eq	0,000395	0,000287	0,00025	0,00034
Esgotament de recursos abiòtics	kg Sb eq	0,000421	0,00035	0,000388	0,000375

A la Figura 1 es poden veure els perfils extrets de la Taula 6. A la Figura 2 es mostren els perfils de AICV de l'enciam Iceberg a mode d'exemple per observar com afecta cada procés dins el seu cicle de vida i per cada categoria analitzada. En l'estudi complet, aquest anàlisi s'ha realitzat per cada alternativa tant d'enciams com de tomàquets.

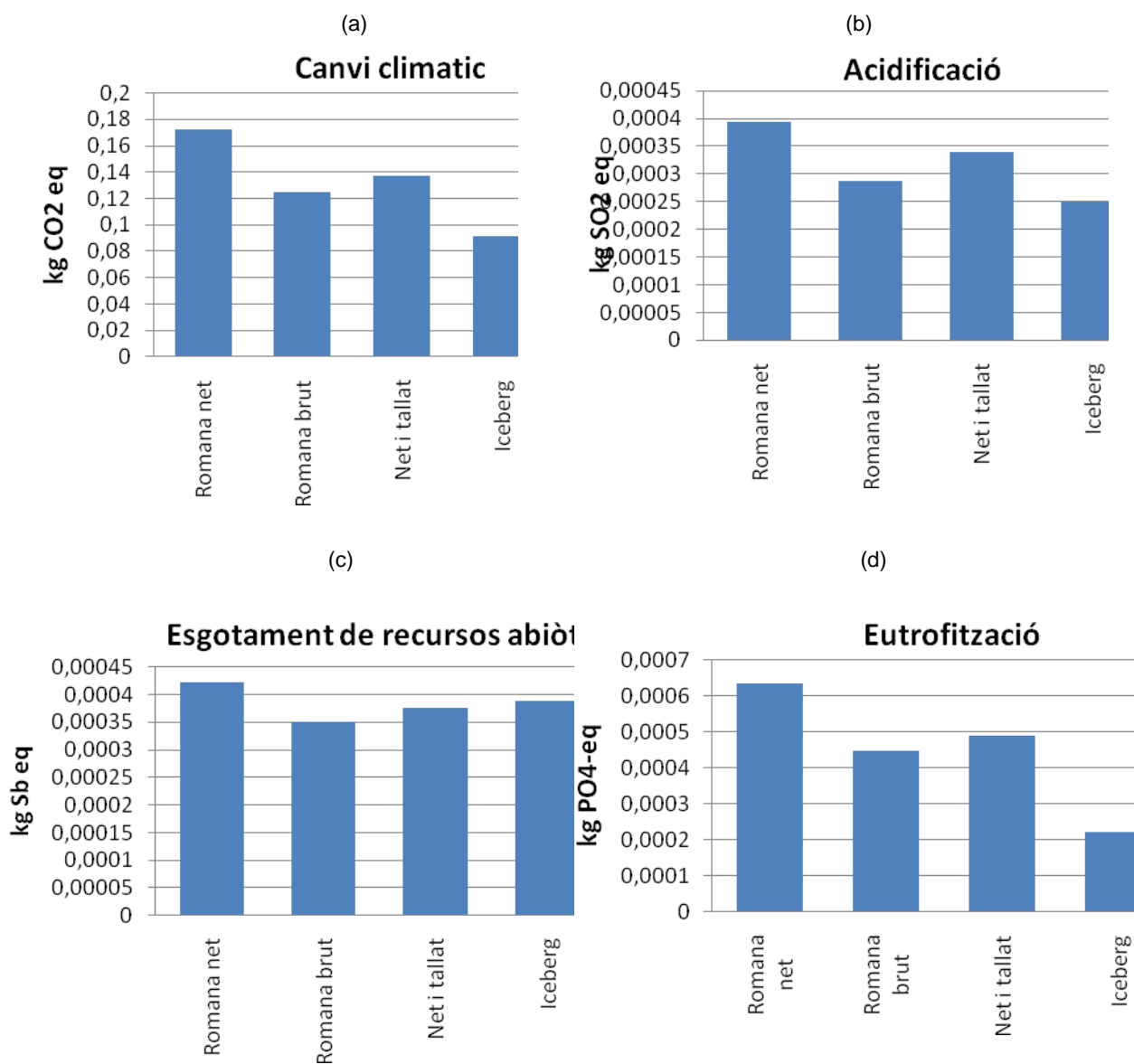


Figura 1. Perfils de l'ACV per les alternatives d'enciam en les categories d'impacte analitzades

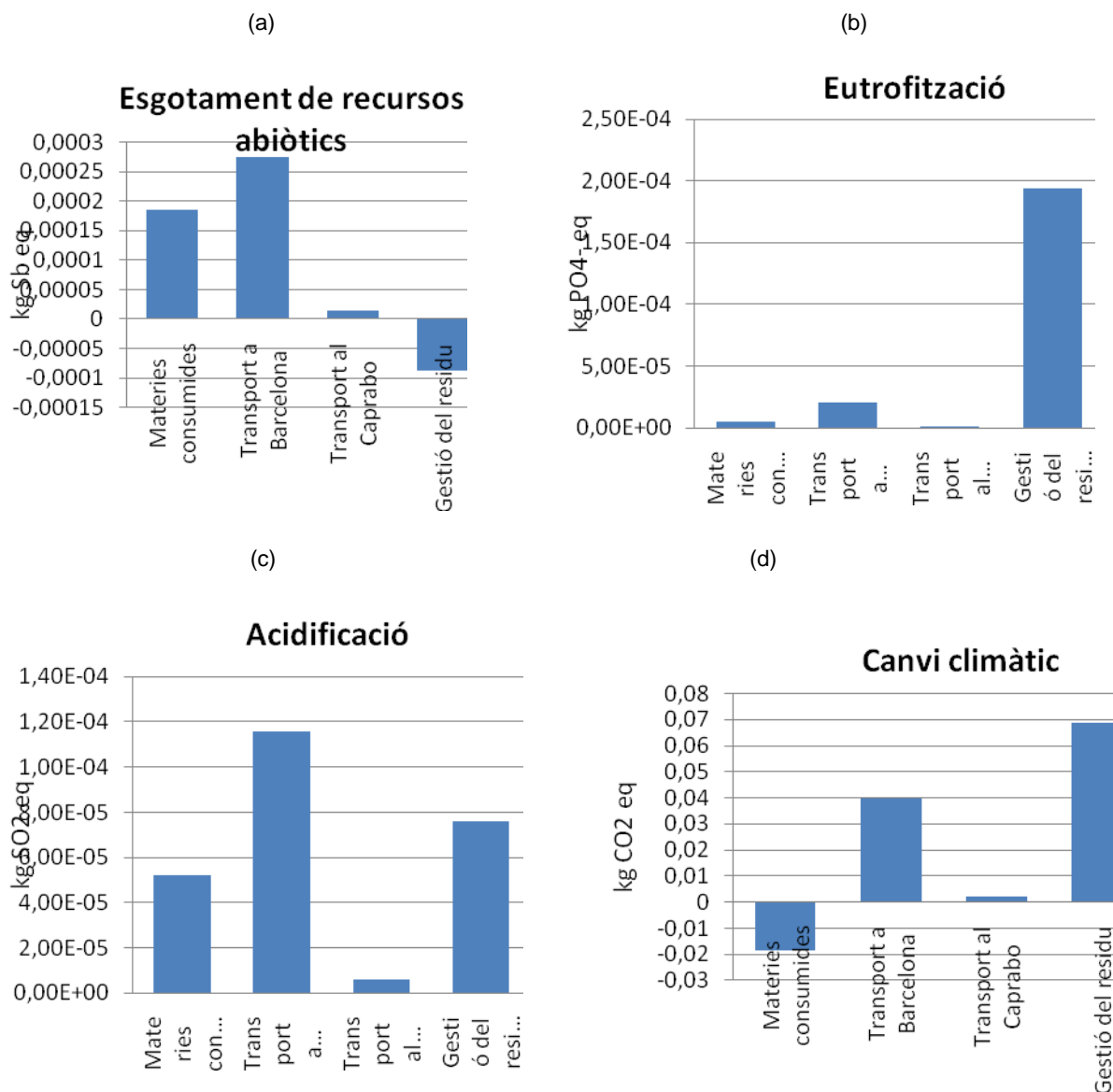


Figura 2. Perfils de l'ACV per l'alternativa d'enciam Iceberg

• TOMÀQUETS

A la Taula 7 es mostren els resultats obtinguts amb el programa SimaPro per a cada categoria d'impacte en el cas dels tomàquets.

Taula 7. Resultats obtinguts per cada categoria d'impacte en les alternatives de tomàquets

Categoria de impacte	Unitat	T1	T2	T3	T4
Canvi climàtic	kg 1,4-DB eq	0,000494	0,000921	0,001096	0,001242
Eutrofització	kg 1,4-DB eq	0,665313	1,52835	1,188325	2,211373
Acidificació	kg 1,4-DB eq	0,000109	0,000156	9,51E-05	0,000163
Esgotament de recursos abiòtics	kg C2H4	2,67E-06	1,07E-05	1,54E-05	5,87E-06

A la Figura 3 es poden veure els perfils extrets de la Taula 7:

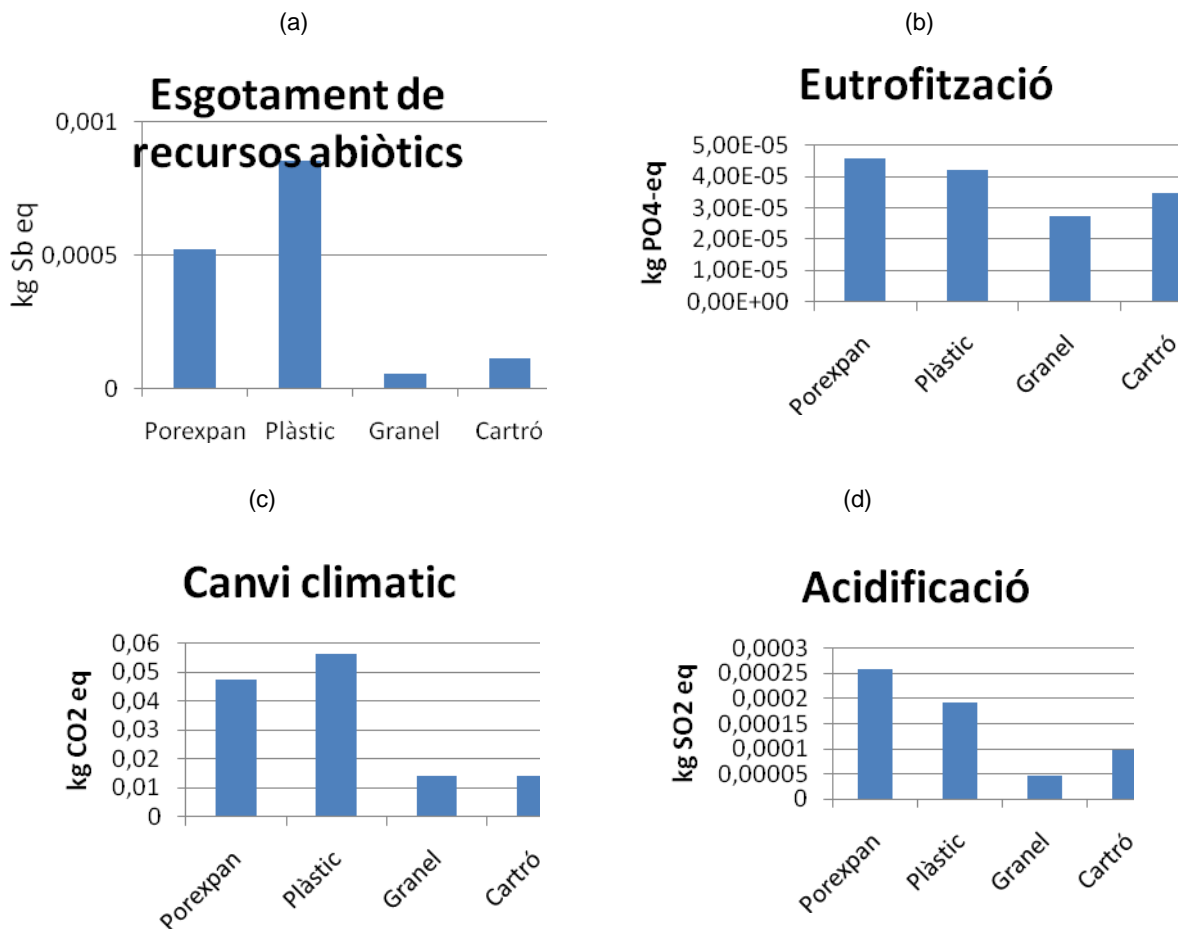


Figura 3. Perfils de l'ACV per les alternatives de tomàquets i les categories d'impacte analitzades

3.4 Interpretació del cicle de vida

En aquest apartat s'analitzen els resultats obtinguts en l'apartat 3.3.

3.4.1 Avaluació

- ENCIAMS

L'ACV comparatiu entre les diferents alternatives de consum d'enciams a l'Àrea Metropolitana de Barcelona mostra que l'E3 (enciam Iceberg) és l'alternativa que causa menys impacte ambiental en la majoria de categories (Taula 6 i Figura 1). El segueix en aquest ordre E2 (enciam romana sense tractament), E4 (enciam net i tallat Eroski) i E (enciam romana net i envasat amb bossa de plàstic).

Cal recordar que s'ha considerat un reciclatge del 100% del plàstics, això implica un escenari molt optimista en el cas de Barcelona [1]. Aquest fet és important ja que, com es pot veure en els resultats (Figura 2 (a)), el reciclatge dels plàstics té una incidència positiva al resultat final. Un altre escenari on els plàstics no es reciclessin o es reciclessin en menor grau podria donar cert avantatge a l'alternativa E2, que no contempla cap plàstic en el seu cicle de vida. També es considera que tota la matèria es composta i cofermenta, la qual cosa també té un impacte positiu a les alternatives.

Es pot observar que un dels majors impactes ambientals és el transport fins a Barcelona, seguit de la producció dels plàstics per envasatge i la gestió del residu de cada alternativa.

A priori podria semblar que l'opció de l'enciam romana brut fos la millor pel que fa al seu caràcter ecològic (sense envasatge, ni plàstics, ni tractaments). No obstant, l'alternativa E3 (Iceberg) és més idònia degut a diferents motius: (Figura 2 i figures similars de les altres alternatives dins l'estudi):

- La relació entre el pes d'enciam consumit/pes d'enciam total és més alta que en l'enciam brut: implica molta menys matèria orgànica a tractar i molta menys càrrega en el transport de l'enciam.
- La relació entre el pes d'enciam/pes de plàstic és més baixa comparada amb les altres dues alternatives (E1 i E4): implica menys kg de plàstic per kg d'enciam consumit, per tant, menys impacte en la producció i menys impacte en el reciclatge i transport.
- La quantitat d'aigua gastada per kg consumit també és més baixa comparada amb l'E2.
- Es considera que el 100% del plàstic es recicla.

Un altre punt a destacar és l'impacte del consum d'aigua, una de les diferències més peyoratives que té l'E2 (enciam romana sense tractament). El resultat (Figura 2 i similars dins l'estudi) és que no és remarcable l'impacte del tractament de l'aigua consumida en comparació amb el transport a Barcelona, la producció de plàstic o la gestió del residu.

Pel que fa a les quatre categories principals (Taula 6, Figures 1 i 2 i figures similars dins l'estudi), l'anàlisi detallat es resumeix a continuació.

Esgotament dels recursos abiòtics: L'Esgotament de recursos abiòtics es pot definir com la disminució de la disponibilitat de recursos naturals. S'inclouen en aquesta categoria els recursos abiòtics (aigua, minerals, petroli) i l'energia [6]. Els processos que afecten a aquesta categoria en l'ACV són el transport a Barcelona i els productes utilitzats. Això rau en què l'esgotament de recursos abiòtics té molt en compte l'ús de recursos no renovables com el petroli que s'usa per la fabricació del plàstic o pel transport. Tot i això, el transport té un impacte tant elevat i igual per cada alternativa, que no aporta informació rellevant de cara a la comparació. El fet que l'alternativa E1 (enciam romana net i embossat) sigui la pitjor ve donat perquè la relació entre el pes de plàstic/pes enciam consumit és més gran que en la resta i, per tant, consumeix més plàstic.

Acidificació: Consisteix en la descomposició dels àcids resultants de l'alliberació d'òxids de nitrogen (NOx) i sofre a l'atmosfera, al sòl i a l'aigua. Això pot variar l'acidesa del medi, cosa que afecta a la flora i la fauna, produeix desforestació i també pot afectar als materials de construcció. Els processos que afecten principalment a aquesta categoria són el transport a Barcelona, la gestió del residu i els productes utilitzats. En aquest cas la gestió del residu té molta més influència, ja que inclou l'energia necessària pel reciclatge dels plàstics i part prové de l'ús de combustibles fòssils [7]. Aquest és l'únic cas on el consum d'aigua de E2 (enciam romana sense tractament) té una certa rellevància i fa que estigui per sota de E3 (enciam Iceberg). El tractament de l'aigua suposa un consum energètic elevat i això és el que fa decantar la balança. El fet que E1 (enciam romana net i envasat amb bossa de plàstic) torni a ser la pitjor alternativa ve donat igualment per la relació de pesos entre plàstic i enciam.

Eutrofització: A aquesta categoria s'inclouen els impactes deguts a un alt nivell de macronutrients, els més importants són el nitrogen (N) i el fòsfor (P). L'increment de macronutrients pot representar un augment de la producció de biomassa als ecosistemes terrestres i aquàtics. Dins aquest procés el que té més incidència és la disposició de la matèria orgànica per compostatge i cofermentació. Aquest procés allibera al medi nutrients en forma de Nitrogen i Fòsfor (causants de l'impacte) [7].

L'E1 és un dels que més afectació li causa aquest procés degut a la quantitat de matèria orgànica que no s'aprofita (tant a origen com a destí).

Canvi climàtic: La terra absorbeix la radiació del Sol, que és retornada en forma de radiació d'infraroig tèrmic. Part de la radiació és absorbida per certs gasos existents a l'atmosfera provocant l'escalfament del planeta, a aquest fenomen se'l denomina efecte hivernacle. Quan la concentració de gasos responsables de l'efecte hivernacle és excessiva, es pot produir un sobreescalfament del planeta, responsable del canvi climàtic. El procés principal que afecta a aquesta categoria dins l'ACV realitzat és la gestió del residu, sobretot l'energia usada pel reciclatge (provinent de fonts no renovables). El procés de transport a Barcelona té també un impacte important, però com ja s'ha comentat no serveix per comparar les alternatives. El fet que l'alternativa E1 sigui la pitjor ve donat per les mateixes raons que a les categories anteriors.

• TOMÀQUETS

L'ACV comparatiu entre les diferents alternatives de consum de tomàquets a l'Àrea Metropolitana de Barcelona mostra que T1 (tomàquets a granel) és l'alternativa que causa menys impacte ambiental en la majoria de categories (Taula 7 i Figura 3). La única alternativa que té uns resultats similars és la T4 (tomàquets envasats amb safata de cartró i bossa de plàstic). Les altres dues, T2 (tomàquets envasats amb safat de porexpan i plàstic film) i T3 (tomàquets envasats amb safata de plàstic i bossa de plàstic) causen impactes majors..

En aquest cas, no es té en compte l'origen dels tomàquets, ja que com s'ha vist en l'ACV dels enciams, l'impacte ambiental del transport és igualment elevat en tots els casos i per tant no aporta inputs de cara a la comparació. Sí que s'ha afegit a l'alternativa a granel el cost de la bossa amb la que usualment s'agafen del supermercat.

Cal recordar que també s'ha considerat un reciclatge del 100% dels productes dels envasos (excepte el porexpan de l'alternativa T2), i que això implica un escenari molt optimista en el cas de Barcelona. [1] Aquest fet és remarcable ja que, com es pot veure en els resultats, el reciclatge té una incidència positiva al resultat final. Un altre escenari on els residus no es reciclessin o es reciclessin en un grau inferior podria donar encara més avantatge a l'alternativa T1.

És notable la diferència de resultats entre l'alternativa T1(a granel) i la resta. Això és degut a (Taula 4 i 7 i Figura 3):

- A la producció d'1 kg de tomàquet només se li suma la producció de la bossa de plàstic, amb un pes molt menor que el de la resta d'envasos, essent a més un material millor que el plàstic PP o el porexpan.
- No comporta cap gestió de residus important, només el reciclatge de la bossa.

Si ens fixem en les quatre categories principals (Taula 7 i Figura 3) es pot extreure el següent.

Esgotament dels recursos abiòtics: En aquesta categoria el principal impacte ve donat per la producció de plàstics (esgotament dels recursos naturals). L'alternativa T3 (tomàquets envasats amb safata de plàstic i bossa de plàstic) és la que consumeix més plàstic i, per tant, la més desfavorable.

Acidificació: El major impacte el causa la producció dels plàstics que generen diòxids de sofre i òxids de nitrogen.. En aquest cas, l'alternativa T2 (tomàquets envasats amb la safata de porexpan i plàstic film) és la més desfavorable.

Eutrofització: En aquesta categoria el major impacte és la gestió del residu, i concretament dins aquesta categoria, el compostatge i cofermentació de la matèria orgànica. Els motius són els mateixos especificats en el cas dels enciams per a l'eutrofització. En aquest cas, la producció de porexpan i el destí final en un abocador també fan que l'alternativa T3 sigui la més desfavorable de les quatre, ja que un abocador provoca lixiviat concentrats en N i P [7]. Tot i això, les diferències són petites, ja que el major impacte és el destí de la matèria orgànica, el pes de la qual és igual per a tots quatre.

Canvi climàtic: En aquest cas el major impacte el tenen els productes utilitzats en les alternatives T3 (tomàquets envasats amb safata de plàstic i bossa de plàstic) i T2 (tomàquets envasats amb safata de porexpan i plàstic film) i la gestió del residu en dues restants (T1 i T4). De nou, el consum elevat de plàstic en l'alternativa T3 fa que aquesta sigui la més desfavorable en aquesta categoria.

4. CONCLUSIONS, RECOMANACIONS I TREBALL FUTUR

4.1 Conclusions

L'ACV comparatiu realitzat entre diferents alternatives de consum a l'Àrea Metropolitana de Barcelona mostra que:

- La millor alternativa de consum pel que fa als enciams és l'enciam Iceberg.
- La millor alternativa de consum pel que fa als tomàquets és el tomàquet a granel.

Els processos amb més impacte ambiental dins l'estudi dels enciams són, en aquest ordre: el transport a Barcelona, la producció dels plàstic per als envasos i la gestió dels residus. Mentre que dins l'estudi dels tomàquets, els processos amb més impacte ambiental són: la producció del plàstic per als envasos i la gestió del residu.

Les conclusions que es desprenen dels resultats de l'ACV són:

- Per tal de reduir l'impacte ambiental cal consumir productes locals, reduint la distància de transport fins a la zona de consum..
- Incrementar la recollida selectiva i el reciclatge dels residus generats dóna lloc a impactes positius..
- La relació que té més pes en l'impacte ambiental i la generació de residus és el pes envàs/pes producte consumit. Per tant, per tal de reduir els residus cal invertir en productes a granel, o bé en productes on la relació sigui la mínima possible..
- El consum d'aigua de neteja no té un impacte ambiental significatiu en comparació amb la producció de plàstics o la gestió del residu.
- Els processos que tenen més impacte en la gestió del residu són l'energia necessària pel reciclatge, la cofermentació.

4.2 Recomanacions

- Es recomana consumir responsablement: els resultats obtinguts demostren que les principals causes d'impacte ambiental són l'envasatge amb plàstic i el transport. Consumir responsablement consisteix en triar productes sense envasar, o amb envàs ecològic (reutilitzable, 100% reciclable, etc.) i, sobretot, productes locals.
- Es recomana investigar en envasos ecològics reutilitzables o intentar incentivar polítiques que portin als fabricants i distribuïdors a adaptar-se a productes a granel.
- Es recomana investigar en compostatge casolà. Aquest fet reduiria considerablement el cost de gestió del residu orgànic i l'únic impacte del consum seria l'aigua de neteja.

4.3 Treball futur

A partir d'aquesta tesina es recomana com a treball futur:

- Ampliar l'ACV comparatiu de productes de consum considerant les dades que no s'han pogut obtenir i ampliant els límits del sistema, per tal d'estudiar els impactes de la construcció-manteniment-desmantellament de plantes de triatge, i d'altres tecnologies de reutilització o reciclatge dels residus (que comporta efectes positius pel medi).
- Realitzar un ACV sobre els sistemes de reciclatge, com podrien ser una planta de compostatge o una planta de triatge.
- Fer un anàlisi de sensibilitat pels factors de caracterització usats en l'ACV i comprovar la importància de la localització. S'ha de tenir en compte que els treballs per a la creació d'un sistema de factors de caracterització pel territori espanyol no estan gaire avançats.

5. REFERÈNCIES

- [1] Dades ambientals de l'Entitat Metropolitana de Barcelona www.dadesambientals.cat data de visita: Febrer 2010
- [2] UNE-EN ISO 14040. *Gestió ambiental, Anàlisi del ciclo de vida y Principios y marco de referencia*. Comité técnico AEN/CTN 150 Gestión Medioambiental. (2006a), AENOR, Madrid.
- [3] Young, S. i Vanderburg, H. (1994), Applying environmental Life Cycle Analysis to materials. *JOM*, xx, 22-27.
- [4] Web del departament de Medi Ambient i Habitatge de la Generalitat <http://mediambient.gencat.net/> Data de visita: Maig 2010
- [5] <http://www.consumoresponsable.org/> Data de visita: Juliol 2010
- [6] Guinée, J.B., Gorrée, M., Heijungs, R., Huppes, G., Kleijn, R., de Koning, A., van Oers, L., Wegener Sleeswijk, A., Suh, S., Udo de Haes, H.A., de Bruijn, J.S., van Duin, R. I Huijbregts, M.A.J. (2001), *Life Cycle Assessment. An operational guide to the ISO standards, vol 1, 2 i 3*. Centre of Environmental Science Leiden University (CML). Disponible a: [<http://www.leidenuniv.nl/cml/ssp/projects/lca2/lca2.htm>]
- [7] Xarxa Temàtica Catalana d'ACV. (2002), *Llibre Didàctic d'Anàlisi del Cicle de Vida*. Coordinació i Edició de Rita Puig, amb la col·laboració del Departament de Medi Ambient i el Departament d'Universitats, Recerca i Societat de la Informació de la Generalitat de Catalunya. Barcelona. Disponible a: [http://mediambient.gencat.net/cat/empreses/ipp/llibre_acv.pdf]
- [8] Bravo, L. (2008) *L'Anàlisi del Cicle de Vida de l'EDAR del Baix Llobregat* Tesina final de carrera de la Universitat Politècnica de Catalunya.