

## dCIDOB 106.

# Crisi energètica, cap a un final d'era.

Biocombustibles i crisi alimentària. Paradoxes de les polítiques energètiques.

Lluís Batet i Enric Velo

# Biocombustibles i crisi alimentària

## Paradoxes de les polítiques energètiques

**Lluís Batet i Enric Velo** Grup de Recerca en Cooperació i Desenvolupament Humà, Universitat Politècnica de Catalunya

Durant els últims mesos els mitjans de comunicació s'han fet ressò de les alertes d'una crisi alimentària imminent que s'han llençat des de diversos organismes (principalment des de Nacions Unides, governs de països en desenvolupament i ONG). Però, la gana no és un fenomen nou. En el passat, els desplaçaments massius a causa de conflictes armats, les males collites (per la sequera o altres causes), les catàstrofes naturals i la pobresa extrema han causat la mort de milions de persones cada any per motius relacionats amb la desnutrició. Segons dades de l'Organització de les Nacions Unides per a l'Agricultura i l'Alimentació (FAO), a principi de l'actual dècada la desnutrició afectava 854 milions de persones (820 milions en països en desenvolupament) (FAO, 2006).

La importància d'aquest problema queda palesa quan, l'any 2000, l'Assemblea General de Nacions Unides situa "l'eradicació de la pobresa extrema i la fam" com el primer dels vuit Objectius de Desenvolupament del Mil·lenni. Una de les fites proposades de cara a l'any 2015 és reduir a la meitat la proporció de persones que pateixen fam respecte de 1990. No obstant això, des de 1990-1992 aquesta xifra només ha disminuït en tres milions (FAO, 2006). Malgrat que la proporció de persones que pateixen fam al món s'ha reduït d'un 20% a un 17% —a causa del creixement de la població global—, el camí seguit fins ara no és encoratjador.

Un dels factors importants que cal analitzar és la producció d'aliments a escala global. A la fi del segle XX, la superfície cultivada no arribava a doblar la de l'any 1900, mentre que la població del planeta s'havia multiplicat gairebé per quatre durant el mateix període. Malgrat aquesta desproporció, la producció agrícola global va passar d'unes 2.500 quilocalories per persona i dia

(kcal/hab/dia) (poc més del necessari per a la subsistència) a unes 5.000. Aquest augment s'ha aconseguit gràcies al fet que el rendiment d'una hectàrea de terra cultivada s'ha multiplicat per quatre (Smil, 2003). Disposar de més producció agrícola per persona té el benefici addicional de permetre l'engreix de bestiar (alimentar-se amb carn requereix més superfície cultivada que fer-ho directament amb vegetals); fins a un 40% de les collites a nivell mundial es destinen actualment a aquesta finalitat (Smil, 2003). Vist, doncs, des d'una perspectiva global, a començament del mil·lenni no semblava que la producció d'aliments hagués de ser un factor limitant en la lluita contra la desnutrició.

### Un món, moltes realitats

La disponibilitat d'aliments a escala global, però, no garanteix per si mateixa la disponibilitat per al seu consum en totes les regions del planeta. Efectivament, existeix un repartiment desigual dels aliments disponibles entre diferents regions i països. Per mesurar la magnitud d'aquesta desigualtat es quantifica el menjar que arriba al mercat minorista en termes d'energia per persona i dia (és el que s'anomena *Dietary Energy Supply*, DES). En els països industrialitzats, el DES<sup>1</sup> acostuma a estar molt per damunt de les 3.000 kcal/hab/dia. Per exemple, a principi del segle XXI, a Espanya, el DES era de 3.410 kcal/hab/dia, valor molt semblant a la mitjana dels països de l'Organització per a la Cooperació i el Desenvolupament Econòmic (OCDE) i lleugerament inferior al valor dels Estats Units. Aquestes xifres contrasten amb les 2.700 kcal/hab/dia com a mitjana als països en desenvolupament, que es redueix

a 2.200 a l'Àfrica Subsahariana i 1.520 a Eritrea, un dels països que pateix fam crònica (FAO, 2006).

La superfície que els països dediquen a conreus no justifica aquest desequilibri. La major disponibilitat d'aliments en els països més rics s'explica, d'una part, per la major intensitat energètica de l'agricultura i, de altra, per la capacitat que tenen les economies més fortes d'adquirir productes en el mercat internacional.

Efectivament, els països amb més recursos dediquen una gran quantitat d'energia a l'agricultura, no només en maquinària i bombeig d'aigua, sinó també en fertilitzants, que representen la meitat de l'energia dedicada als cultius. L'ús de l'energia en l'agricultura explica per què s'ha pogut multiplicar per vuit la producció d'aliments al món durant el segle XX: el consum energètic del sector va augmentar en un factor 150 en el mateix període (Smil, 2003). L'any 2000, el consum d'energia en el sector agrícola a escala mundial va ser de 360 milions de tones equivalents de petroli, poc menys d'un 4% del consum mundial d'energia (Smil, 2003).

En un món globalitzat els països amb més recursos tenen més capacitat d'adquirir productes alimentaris en el mercat internacional. Aquest fet, però, presenta inconvenients. En països exportadors amb elevada incidència de la pobresa, l'explotació agrària pot tendir a produir el que demanen els mercats internacionals i no els aliments que necessiten els seus habitants; fins i tot a derivar als mercats internacionals els aliments que els seus habitants afectats per desnutrició no poden pagar.

## Pobresa i fam

Amartya Sen (Premi Nobel d'Economia l'any 1998) sosté que les epidèmies de fam no es produeixen per falta de menjar sinó per la pobresa. Sovint, fins i tot a la regió on es declara la crisi alimentària hi ha excedents de menjar que els locals no poden pagar i els propietaris de les explotacions agrícoles venen a altres llocs<sup>2</sup>. Els 854 milions de persones que a principi del segle XXI estaven afectades per desnutrició crònica no són una excepció: per exemple, una mala collita per a un agricultor de subsistència li representa no només produir poc aliment sinó que la seva pobresa l'impossibilita de comprar-ne en el mercat.

Sí, que hi hagi milions de persones que passin fam no és nou. Per què, doncs, el rebombori dels mitjans de comunicació? Doncs, perquè la situació apunta cap a pitjor: hi ha senyals que indiquen que el nombre de persones afectades per la fam augmentarà i que les ja afectades patiran més (Afganistan, Iraq, Haití, Mauritània, Bangladesh, Etiòpia i altres països de la banya d'Àfrica, etc.).

Si fins ara es podia pensar que el menjar produït al món era abundant, però mal repartit, ara sembla que els temps de l'abundància s'han acabat. Els preus dels principals aliments en els mercats internacionals han augmentat marcadament des de 2006 i estan en els nivells més alts dels últims trenta

anys (FAO, 2008). El llindar de pobresa, per sota del qual les famílies són incapaces de fer front a les despeses d'alimentació, ha pujat.

## L'augment del preu dels aliments

Les causes de l'augment de preus són diverses i, pel que fa a l'oferta, inclouen: l'augment del preu del petroli, que influeix tant en el preu de l'energia utilitzada en tota la cadena agrícola com en el cost dels fertilitzants; la disminució en la producció dels conreus per causes climàtiques: segons un document informatiu de la FAO per a la Conferència de Roma del proppassat mes de juny (FAO, 2008), la producció de cereals dels principals països exportadors va disminuir els anys 2005 i 2006 en un 4% i un 7% respectivament; i la disminució de les reserves mundials de gra i de llavors oleaginoses (FAO, 2008).

Pel que fa a la demanda, les causes són: l'augment de la població mundial (cada any la població mundial augmenta aproximadament en 70 milions de persones, majoritàriament en països en desenvolupament i països empobrits); el canvi en els hàbits alimentaris dels habitants de països emergents; i la competència amb altres usos, com ara la producció de biocombustibles.

De cara al futur, la incertesa més gran pel que fa a l'oferta està en el preu de l'energia. Com s'ha esmentat anteriorment, cal energia per operar la maquinària i també per obtenir fertilitzants. El preu del gas natural, lligat al del petroli, representa entre un 75% i un 90% del cost de producció dels adobs. Un augment del preu dels fertilitzants podria tenir un efecte considerable en el preu del menjar en països en desenvolupament, a causa d'una disminució de l'ús dels adobs i, per tant, del rendiment del sòl (Banc Mundial, 2007).

Respecte a la demanda, la derivació de cultius cap a la fabricació de biocombustibles és el factor que més pot determinar el preu dels aliments. Segons l'International Food Policy Research Institute (IFPRI), els biocombustibles són responsables d'un 30% de l'encariment del menjar. Les projeccions indiquen que el creixement de la demanda de biocombustibles pot fer pujar el preu del blat de moro en un 40% (ja corregida la inflació) d'ara fins al 2020, afectant de retruc el preu d'altres productes substitutius (Banc Mundial, 2007).

## Biocombustibles

S'anomena biocombustibles als combustibles que provenen d'una font biològica (sigui natural o cultivada). La denominació inclou combustibles sòlids (com ara la llenya o el carbó vegetal), gasosos (com ara el biogàs), i líquids (olis vegetals, bioetanol i biodièsel). Ara per ara, són els biocombustibles líquids o biocarburants els únics utilitzats de manera sensible en el transport terrestre<sup>3</sup>.



## La producció de biocombustible afecta negativament la disponibilitat d'aliments, ja que competeix per la terra, l'aigua i altres recursos productius

Pel seu origen vegetal o animal, els biocombustibles estan classificats dins de les anomenades energies renovables. Els vegetals obtenen el seu contingut energètic a partir de l'energia dels rajos solars; en créixer, les plantes van acumulant energia mentre capturen el carboni de l'atmosfera. L'etanol es produeix principalment a partir de cultius amb un alt contingut de sucre o de midó (canya de sucre, cereals i tuberculs) per fermentació, mentre que el biodièsel es produeix per transesterificació, majoritàriament a partir d'olis extrets de plantes oleaginoses (colza, gira-sol, palma), encara que també es pot produir a partir de greixos animals. El procés de transesterificació produeix glicerina com a co-producte.

L'etanol es comercialitza bé com a etanol absolut, apte per a ser barrejat amb gasolina i emprat en motors convencionals de gasolina, bé com a etanol hidratat (5% d'aigua), que pot ser utilitzat sense barreja en motors de gasolina especialment dissenyats per al seu ús. Els esforços per introduir l'etanol en el mercat dels combustibles per al transport terrestre s'han centrat en barreges de baix percentatge, com ara l'E10, 10% etanol, 90% gasolina. Aquesta barreja no requereix cap modificació del motor i pot ser distribuïda de la mateixa manera que la gasolina a través de la xarxa d'estacions de servei.

El biodièsel es pot utilitzar pur (B100) o en barreges biodièsel/gasoil amb un contingut relativament alt fent modificacions en els motors. La barreja més comuna és la B5.

S'anomena segona generació de biocombustibles a la pro-

ducció de combustibles líquids a partir de materials lignocel·lulòsics. La tecnologia de producció de bioetanol a partir d'aquests tipus de matèria vegetal està encara en fase de desenvolupament i pretén pal·liar alguns dels impactes dels actuals mètodes de producció de biocombustibles i augmentar l'eficiència de la conversió energètica.

### L'aposta pels biocarburants

En un escenari de creixent demanda energètica, adobat per les perspectives d'esgotament del petroli i per la necessitat de reduir les emissions de gasos amb efecte d'hivernacle (GEH) per lluitar contra el canvi climàtic, són molts els països que han apostat per augmentar el consum de combustibles derivats de la biomassa. La Unió Europea s'ha proposat que el 2010 un 5,75% del carburant usat en transport sigui d'origen renovable (Directiva de biocombustibles 2003/30/EC). El març de 2007, els caps d'Estat van aprovar un paquet de mesures sobre energia i canvi climàtic que inclou el 10% com a objectiu mínim vinculant per als biocarburants el 2020. El Plan de Energías Renovables 2005-2010 preveu a Espanya un consum de biocarburants del 5,83% sobre el consum de gasolina i gasoil per al transport. Als Estats Units es calcula que el programa Renewable Fuels Standard (RFS) requerirà 28.400 milions de litres de biocar-

burants l'any 2012. Al Brasil, el Govern espera incrementar l'èxit del programa Proálcool expandint la producció de biodièsel; l'any 2013 tots els gasoils hauran de contenir un mínim de biodièsel del 5%. Altres exemples significatius poden trobar-se al Canadà, el Japó, la Xina i l'Índia.

La substitució d'una fracció, encara que petita, dels combustibles d'origen fòssil usats en el transport per carburants d'origen renovable hauria d'afavorir la sostenibilitat del sistema energètic. La diversificació de fonts energètiques redueix la vulnerabilitat a la interrupció del subministrament. Amb l'ús de biocombustibles es disminueix l'ús de derivats del petroli, de manera que en l'àmbit local es redueixen les importacions d'energia. A escala global, es contribueix a la preservació dels recursos fòssils.

Un altre argument que té a veure amb l'anterior és el de la reducció d'emissions de GEH. En efecte, en tractar-se de carburants derivats de cultius, el diòxid de carboni que s'allibera a l'atmosfera en cremar-los és el mateix que el vegetal va capturar durant el seu creixement. Així, doncs, les úniques emissions de carboni cap a l'atmosfera serien les derivades dels combustibles fòssils que es van utilitzar en el procés d'obtenció del biocombustible.

També s'ha argumentat, a favor dels cultius energètics, que poden afavorir el desenvolupament rural i ajudar a reduir la pobresa en els països en desenvolupament. Tres de cada quatre pobres en aquests països viuen en àrees rurals i molts depenen de l'agricultura per viure. Per aquesta raó, el Banc Mundial veu l'agricultura com un instrument fonamental per al desenvolupament sostenible i la reducció de la pobresa (Banc Mundial, 2007). Però el mateix Banc Mundial reconeix que difícilment els biocombustibles podran ser factor de canvi positiu en aquest sentit.

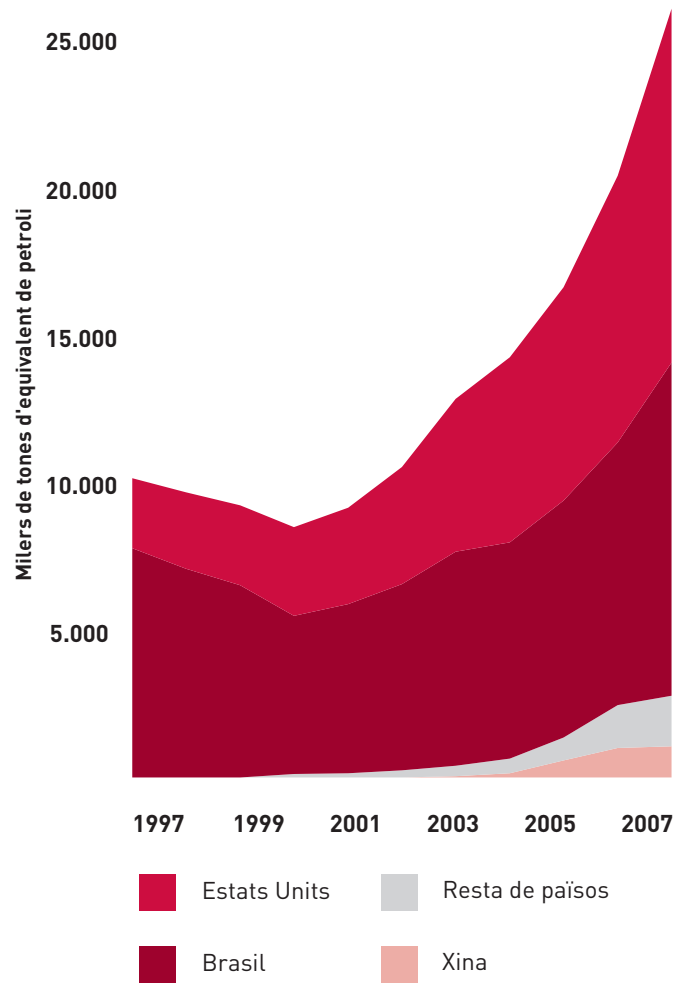
## Biocombustibles i seguretat alimentària

UN-Energy, un mecanisme interagències de l'ONU, ha analitzat la complexitat de la qüestió i les seves contradiccions (UN-Energy, 2007). És interessant la reflexió que aporta sobre els quatre aspectes de la seguretat alimentària (disponibilitat, accés, estabilitat i utilització) i la seva relació amb altres aspectes necessaris per al desenvolupament, com ara l'accés a serveis energètics moderns per als 2.400 milions de persones que utilitzen com a únic combustible domèstic la biomassa tradicional (llenya, palla i excrements animals).

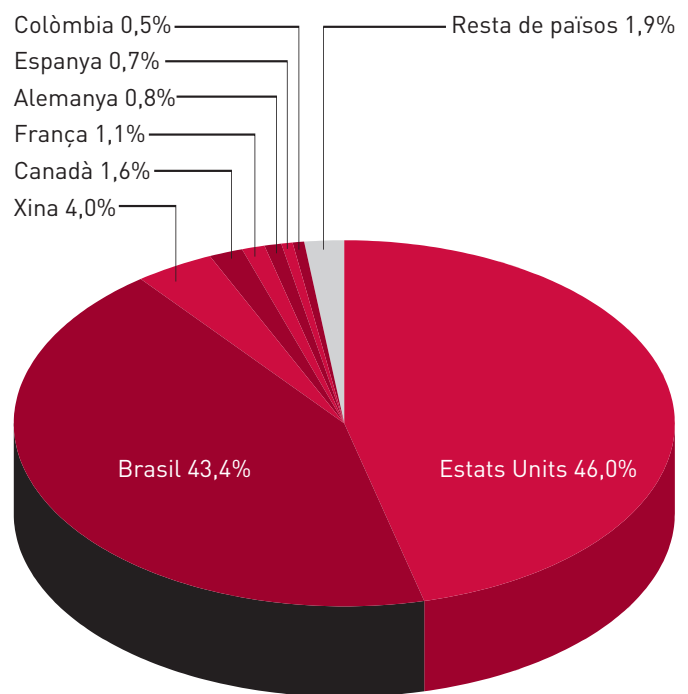
La producció de biocombustible afecta negativament la disponibilitat d'aliments, ja que competeix per la terra, l'aigua i altres recursos productius. L'accés al menjar dels sectors més pobres de la societat es veu amenaçat per l'augment de preus. Com més gran sigui la penetració dels biocombustibles en el sector agrari, més perillarà l'estabilitat de la seguretat alimentària, perquè l'alta volatilitat dels preus del petroli es transmetrà de forma més directa al sector agrari (l'augment del preu del cru afavoriria la derivació de terres cap a la producció de biocarburants). La utilització dels aliments fa referència a la capacitat de

## Producció d'etanol

Evució de la producció (1997-2007)



Distribució de la producció (2007)



Elaboració Fundació CIDOB. Font: BP Statistical Review of World Energy, juny 2008

les persones per absorbir els nutrients del seu menjar i està molt lligada a la salut i l'accés a aigua neta i a serveis mèdics. Si la producció de biocombustibles competeix per l'ús de l'aigua amb el sector domèstic, la salut i, per tant, la seguretat alimentària es veurà afectada.

D'altra banda, el mercat per a la matèria primera dels biocombustibles ofereix una oportunitat per augmentar els ingressos dels agricultors. A més, l'ús dels biocarburants podria fer accessible a una àmplia proporció dels habitants del món rural un ventall de serveis energètics que ajudarien al creixement de la productivitat, no solament del sector agrícola, i contribuiria a millorar la disponibilitat i l'accés al menjar. La substitució de la biomassa tradicional per combustibles més nets tindria repercussions positives en la salut de les persones i, per tant, en la utilització del menjar.

### Desmantant els arguments

Malgrat l'aparent atractiu dels biocombustibles com a font d'energia renovable i com a motor per al desenvolupament rural, actualment pocs dels programes de promoció dels biocombustibles són viables econòmicament. Fins ara, la producció en països industrialitzats ha estat protegida pels diferents governs. El ajuts inclouen incentius al consum (reducció d'impostos), incentius a la producció (subsidis, per exemple) i requeriments de consum obligatori. Els productors locals de la UE i dels Estats Units reben un ajut addicional a través de tarifes a la importació d'etanol (Banc Mundial, 2007).

Aquesta situació de dependència dels ajuts governamentals no és exclusiva dels països més rics. Sense anar més lluny, al Brasil, país líder en aquest àmbit, tot i les condicions favorables per a la producció d'etanol a partir de la canya de sucre, va ser necessari el suport sostingut del Govern a través de subsidis directes per poder desenvolupar una indústria competitiva. Pocs països en desenvolupament poden repetir l'èxit brasiler amb les tecnologies actuals (Banc Mundial, 2007). Tot i la situació teòricament favorable d'alguns països, la *modernització* de la seva indústria sucraera per assolir quotes de competitivitat econòmica en la producció de bioetanol requereix un esforç econòmic fora del seu abast.

Una altra qüestió que cal tenir en compte en l'anàlisi de l'ús dels biocarburants, és l'energia necessària per produir-los. Per al blat de moro, l'informe *Biofuels for Transportation: Global Potential and Implications for Sustainable Agriculture and Energy in the 21st Century* del Worldwatch Institute situa l'energia retornada entre 1 i 1,5 vegades l'energia invertida. Per altres tipus de cultiu, l'informe situa la taxa de retorn en valors més favorables. La producció d'etanol a partir de la canya de sucre, el cultiu més rendible energèticament, pot assolir quotes de retorn de l'energia invertida similars a les d'altres fonts renovables d'energia.

Un altre tema de gran importància és l'ús de terres cultivables. Un estudi de la DG d'Agricultura de la Comissió Europea, mostra que, per assolir els objectius marcats per la

## Segons l'International Food Policy Research Institute (IFPRI), els biocombustibles són responsables d'un 30% de l'encariment del menjar



directiva 2003/30/EC, si tots els cultius emprats en la fabricació de biocarburants es cultivessin dins la UE, aquesta necessitaria destinar un 20% com a mínim de la seva superfície cultivable per a aquest propòsit. L'informe de l'OCDE, *Agricultural market impacts of future growth in the production of biofuels*, assenyalava que els Estats Units, el Canadà i la UE-15 requeririen entre el 30% i el 70% de les seves respectives superfícies actuals de cultiu per reemplaçar per biocombustibles el 10% del seu consum de carburants per al transport, en l'estat actual de l'agricultura i de la tecnologia

L'argument que l'ús de biocarburants contribueix a la reducció d'emissions de GEH també ha estat qüestionat darrerament. Segons el recent informe de l'OCDE,

*Economic Assessment of Biofuel Support Policies*, l'estalvi és limitat i força costós. La producció de bioetanol al Brasil, el cas més favorable, pot representar una reducció del 80% d'emissions respecte als combustibles fòssils. Però, per a les matèries primeres emprades a Europa i Amèrica del Nord, les reduccions són molt inferiors. Per al cas del blat de moro, la reducció se situa en valors inferiors al 30%. En el seu conjunt, l'informe de l'OCDE estima que la continuació de les polítiques actuals de suport als biocarburants per reduir les emissions significarà una reducció no superior al 0,8% el 2015 i que els ajustos costaran entre 960 i 1.700 dòlars per tona de CO<sub>2</sub> equivalent estalviada, entre 20 i 100 vegades el seu cost en el mercat d'emissions. Aspectes importants a tenir en compte en la reducció real d'emissions són el canvi d'ús de la terra, la desforestació de grans superfícies de boscos nadius o l'ús de fertilitzants, en aquest darrer cas a causa de l'emissió d'òxids de nitrogen dels productes emprats per augmentar la productivitat agrícola.

## De la seguretat a la sobirania alimentària

L'experiència passada (denunciada per organitzacions camperoles) mostra que les grans explotacions agrícoles, lligades al model de l'agronegoci i a l'agricultura industrial (ús de monocultius i biotecnologia amb capital financer estranger i amb orientació a l'exportació) no són causa de desenvolupament rural en els països pobres sinó al contrari. La industrialització agrària posa en perill la biodiversitat i els ecosistemes i ha comportat massa cops l'expulsió de camperols i indígenes (amb l'ús de la violència i la militarització), la desposseïció de les comunitats i la privatització de la terra i de l'aigua, afectant així no solament el món rural sinó tota la societat.

Un cas paradigmàtic és el d'Indonèsia, on les plantacions de les companyies que exploten l'oli de palma ja ocupen més de set milions d'hectàrees i se n'han desforestat 18 milions més, aparentment amb llicència per cultivar palma, encara que de moment només se n'ha explotat la fusta. Segons dades de la FAO i del Programa de les Nacions Unides per al Desenvolupament (PNUD), Indonèsia ha perdut més de 20 milions d'hectàrees de bosc entre 1990 i 2005 (PNUD, 2008). La desforestació destrueix l'hàbitat de fauna protegida i contribueix a les emissions de diòxid de carboni i a l'escalfament global. L'expansió de la indústria de l'oli de palma està privant moltes comunitats indígenes de terra i aigua. La presència de treballadors immigrants ha agreujat la situació en alguns punts, creant tensions ètniques i religioses. Segons els grups de defensa dels drets humans, les comunitats tenen poques opcions legals davant l'actuació d'una policia i un exèrcit amb reputació de corruptes i que actuen al costat de les companyies explotadores (Friends of the Earth et al., 2008).

La pràctica de l'agricultura va lligada a la protecció dels recursos naturals, com són la terra i l'aigua. El moviment internacional Vía Campesina<sup>4</sup> defensa el concepte de "sobi-

rania alimentària", que recull el dret dels pobles a decidir i controlar les seves polítiques de producció, distribució i consum d'aliments, i la comercialització o no d'excedents un cop garantida la satisfacció de les necessitats de la població amb recursos propis i respectant la cultura pròpia i el medi. Aquest concepte exigeix la transformació de les economies agroexportadores dels països empobrits i els patrons de consum en els països industrialitzats.

## Conclusions

Els biocombustibles no estan cridats a tenir un paper gaire rellevant en el desplaçament de carburants fòssils i, en canvi, poden tenir un efecte força negatiu en la seguretat alimentària. Augmentar la producció de biocombustibles augmentarà la competència per l'aigua i la terra, encarrirà els aliments i comportarà els riscos socials i ambientals associats a les explotacions agrícoles a gran escala.

De cara a reduir la dependència energètica i les emissions de GEH sembla molt més efectiu actuar sobre la demanda que incentivar aquest tipus d'energia (com ja s'ha reconegut des de l'OCDE).

En un món on cada dia que passa conviuran més persones, és una obligació moral, derivada del concepte de justícia, pensar en els més desfavorits, que no poden satisfer les seves necessitats bàsiques, abans de procurar incrementar el benestar dels més rics. ●

### Notes

1. La FAO mesura aquesta magnitud en kcal/hab/dia (quilocalories per persona i dia).
2. Vegeu, per exemple: SEN, Amartya. *Hunger in the contemporary world*, Discussion Paper DEDPS/8. [en línia]. Londres: The Suntory Centre, 1997. [Consulta: juliol de 2008]. <http://sticerd.ise.ac.uk/dps/de/dedps8.pdf>.
3. D'ara endavant es fa referència a aquest tipus de combustibles sota la denominació de biocombustibles.
4. [www.viacampesina.org](http://www.viacampesina.org)

### Referències bibliogràfiques

- BANC MUNDIAL.** *Informe sobre el desarrollo mundial 2008. Agricultura para el Desarrollo*. Washington DC, 2007. [Disponible a [www.worldbank.org](http://www.worldbank.org)]
- FAO.** *Aumento de los precios de los alimentos: hechos, perspectivas, impacto y acciones requeridas*. HLC/08/INF/1 Document informatiu de cara a la Conferència d'Alt Nivell sobre la Seguretat Alimentària Mundial. Roma: FAO, 2008.
- FAO.** *El estado de la inseguridad alimentaria en el mundo* [en línia]. Roma: FAO, 2006. [Consulta: juliol de 2008]. [www.fao.org/corp/publications/es](http://www.fao.org/corp/publications/es)
- FRIENDS OF THE EARTH, LIFEMOSAIC i SAWIT WATCH.** *Losing Ground. The human rights impacts of oil palm plantation expansion in Indonesia* [en línia]. 2008. [Consulta: juliol de 2008]. [www.foe.co.uk/resource/reports/losingground-summary.pdf](http://www.foe.co.uk/resource/reports/losingground-summary.pdf).
- PNUD.** *Human Development Report 2007/2008* [en línia]. [Consulta: juliol de 2008]. <http://hdr.undp.org/en/statistics>.
- SMIL, Vaclav.** *Energy at the Crossroads. Global Perspectives and Uncertainties*. Massachusetts Institute of Technology, 2003.
- UN-ENERGY.** *Sustainable Bioenergy: A Framework for Decision Makers*. Nacions Unides, 2007.