

EFICIÈNCIA ENERGÈTICA I AGRICULTURA

CRISTINA ESCOBAR

ESCOLA SUPERIOR D'AGRICULTURA DE BARCELONA, UNIVERSITAT
POLITÀCNICA DE CATALUNYA

cristina.escobar@upc.edu

Resum

L'agricultura s'ha convertit, en la darrera meitat de segle, en un sector en què l'ús energètic s'ha anat incrementant amb intensitat. Avui, quan l'energia se'ns planteja com un recurs limitat, del qual depenem completament, l'ús d'energies alternatives és una solució lògica per a evitar aquesta dependència i per a reduir les nostres aportacions a l'escalfament del planeta. Aquest camp en desenvolupament sembla també anar guanyant terreny dins la consciència social, però l'ús d'aquest tipus d'energia encara no s'ha instaurat a la nostra vida diària. Mentrestant, l'ús eficient de l'energia no renovable sembla ser l'alternativa més viable per a incidir en la reducció de la despesa energètica.

En aquest article es vol fer una anàlisi de les alternatives existents i de com podem combinar-les entre si juntament amb polítiques de desenvolupament rural.

El concepte d'*eficiència energètica* no inclouria únicament les aportacions d'energia directa (combustible) sinó també les aportacions indirectes (fertilitzants, fitosanitaris). A més, per a millorar el balanç energètic, també es tindrà en compte la possibilitat d'obtenir *outputs* energètics.

1. Introducció

Àmpliament contrastat en la producció agrària, s'observa un increment elevat en els *inputs* totals. El balanç energètic també s'ha incrementat, encara que en un percentatge menor. De tota manera, cultius de regadiu o agricultures intensives poden presentar balanços energètics negatius.

L'augment dels *inputs* implica un augment de la demanda de combustibles fòssils. Fins i tot, en algunes circumstàncies, l'agricultura moderna es pot descriure com el procés de conversió de combustible fòssil en formes comestibles. Així, alimentació i crisis energètiques es troben vinculades.

Tanmateix, alguns dels problemes actuals en la producció agrària són deguts bàsicament a l'alt nivell de dependència de l'energia fòssil. Per tant, ens podem enfrontar amb una crisi energètica. Si no es troben alternatives.

Avui, els debats mediambientals, com l'escalfament del planeta i la contaminació de l'aire, ens preocupen quant la utilització d'energies fòssils que, com a recurs limitat, hauria de ser preservat per a futures generacions mitjançant un ús eficient i d'una manera sostenible.

Per tal d'assolir la reducció de les nostres aportacions energètiques en agricultura, hauríem de fer ús de tècniques de minimització dels *inputs* energètics —especialment dels combustibles fòssils— i, per a un resultat millor, combinar totes les diferents opcions per a aquest fi.

Podem parlar d'augmentar l'eficiència energètica quan minimitzem els *inputs* energètics i, també si en fer un balanç d'energia obtenim uns *outputs* energètics que donin balanços positius.

En la literatura es troben molts estudis d'avaluació d'*inputs* i *outputs* energètics en què es fa palesa la utilització de la maquinària com a implement que genera una despesa més gran en combustible; i aquest és un dels costos energètics principals. El seu alt cost està vinculat bàsicament a la utilització de combustibles fòssils.

Així, primerament ens centrarem en l'anàlisi de tècniques per a reduir la despesa energètica en l'ús de la maquinària agrícola, especialment del tractor, encara que també d'altres variables i *inputs*.

Seguidament es pretén fer una anàlisi sobre la utilització de conreus energètics per a generar balanços positius i per a solucionar el problema d'obtenció d'energia.

2. Reducció de la despesa energètica

Com ja se sap, hi ha tècniques encaminades a reduir les despeses d'explotació. Aquest punt està relacionat també amb l'eficiència energètica, ja que assolir els mateixos resultats amb una disminució de la despesa implica igualment un augment de l'eficiència energètica en l'explotació agrària.

Per a aquest objectiu, es resumeixen en aquest apartat quines són les tècniques més conegudes, tant pel que fa a la utilització de la maquinària agrícola, com al sistema de cultiu.

2.1. Reducció de la despesa energètica en la utilització de la maquinària agrícola

2.1.1. Reducció de la despesa energètica en la utilització del tractor

En aquest apartat es recullen dues tècniques simples i reconegudes que incideixen directament en la reducció de les despeses de l'explotació, i paral·lelament en l'augment de l'eficiència energètica, mitjançant l'estalvi de combustible. Les dues tècniques mencionades són les següents:

1. *Gear up and throttle down*: marxes llargues i deixar anar l'accelerador.

Per a qualsevol situació en què el tractor no està gaire carregat, és a dir, fins a un 75 % de la seva potència, és possible reduir el consum de combustible mitjançant la reducció de les RPM del motor fins a un 20 % utilitzant una marxa més llarga.

Aquesta pràctica no ha de donar lloc a una reducció de la velocitat desitjada ni tampoc a una sobrecàrrega del motor. Això darrer es pot comprovar fàcilment si el motor respon a l'augment de la marxa i es deixa anar gas.

Aquesta reducció del 20% en les RPM por originar un estalvi de combustible del 15 % al 20 % (Grisso i Pitman, 2001).

2. *Manteniment del motor*: Un manteniment adequat del motor del tractor col·labora a reduir les despeses de combustible, a la vegada que reduirà les despeses de reparacions.

2.1.2. Reducció de la despesa energètica en la utilització d'altres inputs

En aquest apartat ja no incidiríem tant en l'estalvi de combustible, sinó en l'estalvi d'altres inputs de producció, que incidiran també en l'augment de l'eficiència energètica.

La reducció energètica en aquest punt es basarà tant en el cost de l'aplicació com en la reducció de l'input en si mateix, ja que es coneix que fertilitzants i pesticides requereixen molta més energia per a produir-se que per a aplicar-se al camp.

a) Estalvi en els tractaments fitosanitaris

L'estalvi en els tractaments fitosanitaris es produeix quan es fa una bona selecció dels equips de tractament (adequats a les nostres necessitats) i quan se'n fa un bon manteniment i una bona calibració. En aquest apartat recollirem de manera molt breu alguns dels factors que ens ajudaran a reduir les despeses en aquest punt:

- Reducció dels volums d'aplicació.
- Augment de la velocitat d'ompliment del dipòsit utilitzant sistemes automàtics.
- Disminució del temps de transport d'aigua, ja sigui mitjançant la instal·lació de sistemes d'aigua en les proximitats de les parcel·les, bé sigui augmentant la capacitat del dipòsit.

- Increment de la capacitat de treball adaptant correctament la longitud de les barres.
- Elecció correcta de la velocitat de treball.
- Elecció correcta del moment d'aplicació (reducció de les pèrdues per deriva).

b) Estalvi en l'adobat mineral

És reconeguda la utilització d'adobat nitrogenat com una part important de la despesa energètica en l'explotació. En aquest apartat es pretén recollir de manera molt breu alguns dels factors que ens ajudaran a reduir les despeses en aquest punt:

- Augment de la capacitat de la tolva (1.200, 1.500 i fins a 2.000 l en equips suspesos).
- Augment de l'amplada de treball.
- Disseny de dispositius per a tractar de marges.
- Precisió en les dosificacions i en la distribució.
- Elecció correcta del moment d'aplicació (reducció de les pèrdues per deriva).

c) Estalvi en la utilització de maquinària col·lectiva

Aquesta alternativa no té un gran interès general, però igualment val la pena esmentar-ne els avantatges en aquest treball atesa la seva influència, ja no tant en l'eficiència energètica, però molt important per a reduir les despeses de l'explotació. Els avantatges són (Gil, 1999):

- Possibilitat d'utilització de les tècniques més modernes.
- Menor cost en l'execució (reducció del 10 al 15 %).
- Reducció del temps de treball.
- Regularització de la utilització de la mà d'obra.

2.2. Reducció de la despesa energètica en el sistema de cultiu

En aquest punt ens centrarem en canvis que es poden portar a terme quant al sistema de cultiu.

El canvi més substancial que es podria incorporar per a reduir els *inputs* energètics, sense tenir en compte la mà d'obra, seria el de la transformació d'un sistema convencional a un sistema d'agricultura ecològica, en què els *inputs* es redueixen per a la no-utilització de productes químics o fertilitzants es redueix al mínim el treball del sòl.

De tota manera, entrar en la discussió sobre l'agricultura ecològica representaria un estudi o discussió de gran envergadura que no es correspon amb el que es pretén en aquest article.

Tanmateix, quant al tractament biològic, hi ha estudis que demostren que el tractament químic utilitza menys energia, atès que per a aconseguir els predadors biològics es necessita un equipament tecnològic que comporta una despesa energètica considerable, per exemple, per a mantenir les espores en la temperatura adequada (Vredeveld *et al.*, 1984).

Un altre canvi substancial en les tècniques de cultiu seria la reducció del treball de sòl. Partim de la base que el percentatge sobre el total de despeses corresponents a la utilització de la maquinària iguala o supera, en la majoria dels casos, el conjunt de despeses derivades de la utilització de la resta d'insums i que, a la vegada, dins l'apartat d'utilització de la maquinària, el treball del sòl és el més costós de totes les aplicacions.

Aquest factor, entre d'altres, és el que ha donat lloc a l'experimentació de tècniques alternatives a les emprades tradicionalment. La reducció del grau d'intensitat de les tasques del treball del sòl (tant en el temps com en l'espai), el treball vertical sense inversió del perfil i la sembra directa, en són els exemples més estudiats.

A partir de la literatura, es pot considerar que les diferents tècniques de treball del sòl no tenen influència en els rendiments de producció obtinguts al llarg dels anys.

Tanmateix, es conclou primordialment que la millor alternativa entre el laboreig i no laboreig és l'alternativa intermèdia treball del sòl superficial.

Semblaria obvi que l'alternativa de la sembra directa fos la més eficient energèticament, atès que no es realitza treball de sòl i, per tant, el nombre de passades a fer és mínim. D'altra banda, els estudis demostren que si es té en compte la despesa energètica dels herbicides a utilitzar quan s'opta per la sembra directa, aquesta és molt elevada, equiparable a la despesa energètica que es pugui realitzar amb el treball convencional del sòl.

No obstant això, en la literatura estudiada generalment no s'inclou el factor mediambiental provocat per l'erosió i el seu cost (monetari i energètic) a mitjà termini.

Entenent que amb la sembra directa es manté el rostoll de collita a la superfície del sòl, es redueixen també els efectes de l'erosió per aigua i per vent. Això provoca un millor manteniment del contingut de matèria orgànica al sòl, que donarà lloc a una reducció dels tractaments fertilitzants i a un més bon aprofitament de l'aigua, gràcies a una millora de l'estructura del sòl.

Hi ha estimacions que als Estats Units anualment es perden 20 milions de dòlars en fertilitzants a conseqüència de l'erosió (Lal, 2007). Aquest potser no es considera un gran problema als països desenvolupats, però s'ha de tenir molt en compte per a millorar l'agricultura en països del Tercer Món, en què la millora de la qualitat del sòl és essencial per a afrontar el repte de la superpoblació i la fam.

3. Utilització de conreus energètics per a millorar l'eficiència energètica

En aquest apartat ens plantejarem l'obtenció de balanços energètics positius en l'agricultura a partir dels conreus denominats *energètics*. Es pretén fer una anàlisi sobre la producció d'aquests conreus i les conseqüències, tot introduint la situació actual, les tecnologies implicades i les polítiques desenvolupades. Tanmateix, es pretén determinar en quin grau incidirien en la disminució de la dependència energètica dels combustibles fòssils i en altres aspectes.

3.1. *Introducció. Els conreus energètics*

Els conreus energètics són les espècies dedicades a la producció de biomassa amb una finalitat energètica. Aquestes poden ser de tipus herbaci o llenyós i a vegades poden coincidir amb espècies utilitzades en conreus agrícoles tradicionals o en aprofitaments silvícoles clàssics, però, en general, la fitotècnia i el maneig de les plantacions variarà sensiblement respecte als plantejaments clàssics.

La condició principal que s'ha de donar per a desenvolupar cultius energètics és que la producció sigui econòmicament rendible, per la qual cosa s'han d'assolir elevats rendiments de biomassa amb baixos costos de producció, recol·lecció, emmagatzematge i processament per a transformar-los.

Com a biocarburants es diferencien el bioetanol (etanol) i el biodièsel (oli biològic o vegetal).

El bioetanol s'utilitza actualment barrejat amb combustibles fòssils amb l'objectiu d'incrementar l'índex d'octans i eliminar-ne els additius de plom.

L'etanol es pot obtenir a partir de conreus rics en midó i en sucre (cereals, canya de sucre i altres). L'agroindústria del bioetanol està molt desenvolupada al Brasil, a base de canya de sucre, i als Estats Units, a base de blat de moro.

El biodièsel, o èsters derivats per a la substitució del gasoil en l'automoció, s'obté a partir d'olis vegetals de conreus oleaginosos. Aquesta agroindústria es troba més desenvolupada a Europa, a base de colza, i en la regió mediterrània, a base de gira-sol.

3.2. *Interès pels biocombustibles*

Com ja s'ha esmentat prèviament, la preocupació per l'alt nivell de dependència de l'energia fòssil, conjuntament amb el seu encariment i l'escalada en la preocupació per les qüestions mediambientals, ens aboquen a la recerca d'energies alternatives. Així, els biocombustibles procedents de la biomassa, per exemple dels conreus energètics o dels rostolls de collita, estan agafant importància a escala global com a font d'energia.

Des del punt de vista mediambiental, els biocombustibles obtenen un balanç neutre en les emissions de CO₂. La combustió de biomassa produeix aigua i CO₂ i, no obstant això, es calcula que l'impacte ambiental és igual a zero, ja que la quantitat emesa d'aquest gas s'entén que va ser captada prèviament per les plantes durant el seu creixement, és a dir, que el volum de gasos contaminants no augmenta. Aquest avantatge, però, només es produeix si la vegetació es va renovant al mateix ritme que es consumeix. Un altre avantatge per al medi ambient en la combustió de biomassa és que no produeix emissions sulfurades o nitrogenades, ni tampoc partícules sòlides.

Tanmateix, el desenvolupament de l'agroindústria del biocombustibles, almenys pel que fa a la Unió Europea, afavoreix el desenvolupament del món rural i representa una oportunitat per al sector agrícola, ja que proporciona llocs de treball i genera un mercat per als conreus energètics que pot ser més interessant econòmicament que d'altres.

El seu desenvolupament pot donar lloc a una dinamització de les zones rurals, ja que cal portar a terme la transformació energètica en el mateix punt en què s'obté la biomassa. Aquest factor es pot considerar també com un inconvenient, ja que és determinat per un alt contingut de residus inutilitzables, que fa que el transport d'aquesta energia sigui ineficient econòmicament. Tanmateix, s'obren oportunitats de negoci a la indústria i s'afavoreix la investigació i el desenvolupament tecnològic.

Un altre avantatge tècnic molt important de l'etanol com a combustible és que no calen grans modificacions sobre els motors actuals, aspecte que el fa molt atractiu com a substitut dels combustibles fòssils.

3.3. Impuls dels biocombustibles per part de les administracions

L'elevat i creixent preu del cru ha fet que la producció d'etanol sigui més profitosa, i en molts països es procura obtenir beneficis d'aquesta oportunitat de mercat, molt sovint mitjançant mecanismes públics de regulació de mercats i subvencions.

Sense els ajuts públics, segons l'OCDE, les quantitats de biocombustibles produïdes es desenvoluparien menys dinàmicament. Per a la majoria de països, els processos de producció resulten més cars que els preus de la benzina i del dièsel lliures d'impostos, quan es pren en consideració el contingut energètic dels diferents combustibles. Aquest fet, però, depèn clarament de l'evolució futura dels preus del cru.

Unió Europea

A la Unió Europea a partir del 2003 (Reglament (CE) 1782/2003), s'estableixen determinades polítiques per fomentar la producció de conreus industrials. Concretament, es possibilita la utilització de terres retirades de la producció per a conreus industrials, i es concedeix un ajut de 45 euros/ha i any.

Perquè aquests ajuts no provoquin un canvi en l'orientació productiva dels agricultors, aquest ajut està limitat a una superfície màxima garantida d'1.500.000 ha.

De la mateixa manera, l'ajut es concedeix exclusivament a aquelles superfícies les produccions de les quals estan lligades a un contracte entre agricultor i empresa de transformació, excepte en el cas que el mateix agricultor sigui qui faci la transformació a la seva explotació.

A partir de la Directiva 2003/30/CE, per al final del 2005 es fixa l'objectiu d'aconseguir un mínim del 2 % de biocombustible sobre la base energètica de tota la gasolina i el gasoil comercialitzat per a usos de transport a la Unió Europea. Aquest objectiu s'incrementa per al 2010 fins al 5,75 %.

La directiva del Consell Europeu (2003/96/EC), important pel que fa als impostos relacionats amb productes energètics, resol l'exempció d'impostos per als biocombustibles (de l'impost aplicat per als productes d'olis minerals) als estats membres, per la qual cosa es promou la producció de biocombustibles.

Pel que fa a Espanya, líder a la Unió Europea en la producció d'etanol, el Govern proporciona l'exempció d'impostos en la utilització de biocombustibles i ha adoptat l'objectiu per al 2010 d'utilitzar un 5,75 % de biocombustibles en el total de combustible utilitzat per al transport.

A l'estiu del 2005 el Govern d'Espanya va aprovar el Programa per a les Energies Renovables 2005-2010. Sota aquest Programa s'estableix un objectiu en l'energia provinent dels biocombustibles de 2,2 milions de tones equivalents a petroli (TEP), increment important en comparar-lo amb les 228.200 tones TEP obtingudes el 2004.

Quant a les estratègies polítiques de futur, s'assumeix que es continuarà el foment de l'agroindústria dels biocombustibles i que regionalment es donarà més suport a la producció; encara que la liberalització dels mercats a escala mundial donarà lloc a l'eliminació dels ajuts per superfície, fet que incidirà entre d'altres, en els conreus energètics.

De manera molt breu, cal esmentar que la producció de biodièsel a la Unió Europea representa la porció més gran a escala mundial, amb un 80 % d'aquesta producció; comparativament, la producció d'etanol assoleix únicament el 20 % del mercat.

La Unió Europea és el líder mundial del sector del biodièsel. Alemanya encapçala la producció seguida de França i Itàlia. Per a l'etanol, Espanya, França, Polònia i Suècia són els productors principals dins de la Unió Europea (OCDE, 2006).

Estats Units

Igual que a la Unió Europea, basant-nos en la tecnologia actual per a la producció d'etanol i, malgrat el preu creixent del petroli, la producció d'etanol encara es manté més costosa que el seu valor de mercat. D'aquesta manera, sense els subsidis de l'Administració (aproximadament d'1 bilió de dòlars) la producció d'etanol als EUA no seria rendible.

Segons Pimentel, l'any 2000 aquests ajuts es repartien principalment entre grans empreses productores, i es calculava que els productors de blat de moro només es veien afavorits en menys de 2,8 dòlars/ha de blat de moro. Així, la idea que la indústria de l'etanol provoca grans beneficis per als agricultors seria un miratge. No obstant això, algunes grans empreses, com Archer, Daniels i Midland, estan generant grans beneficis de la producció d'etanol (McCain, 2003).

Altres països

Al Brasil, el Govern no actua mitjançant subvencions directes, encara que ho havia fet, sinó regulant els impostos sobre els diferents combustibles.

A altres països, com per exemple al Japó, hi ha noves lleis, o bé pendants d'aprovar-se, que obligaran a una barreja del 3 % d'etanol amb la gasolina utilitzada.

També amb relació a les polítiques domèstiques dels biocombustibles, el comerç d'etanol i de biodièsel es troba en diversos països amb un nombre de barreres que prevenen que productors exportadors a baix cost puguin explotar-ne el potencial exportador.

La reducció o l'eliminació d'aquestes barreres (incloent-hi el desenvolupament d'estàndards internacionals del producte) no només permetria a aquests països millorar les vendes del seu producte, sinó que també ajudaria a complir diversos objectius mediambientals, en què s'emparen moltes de les polítiques sobre els biocombustibles de països (potencialment) importadors.

3.4. *Impacte dels biocombustibles*

A grans trets, els impactes dels biocombustibles segons l'OCDE són els que exposem a continuació:

3.4.1. *Competència entre demanda energètica i demanda alimentària*

- Expansió de la superfície agrària útil (SAU), amb les implicacions conseqüents per al medi ambient.
- Increment del preu dels aliments, amb possibles efectes adversos per a països en desenvolupament importadors d'aliments.

3.4.2. *Impactes immediats en els mercats*

- Increment de la producció d'oleaginoses.
- Canvi d'orientació de conreus per a l'alimentació en conreus per a la producció d'etanol, per a obtenir els avantatges de les economies d'escala.

3.4.3. *Impacte en la superfície agrària útil*

Aquest augment dels conreus energètics pot donar lloc a la transformació de grans superfícies agrícoles que deixaran de produir aliments per a produir energia. Aquest increment en la producció d'aquests conreus pot anar acompanyat de la transformació de superfícies agràries i també de la desforestació de boscos.

Unió Europea

Segons la Comissió Europea (EC, DG. 4, 2007), per a cobrir a partir de biocombustibles domèstics el 10 % de les necessites energètiques del transport a la Unió Europea, s'hauria de destinar un 43 % de la superfície actual de cereals, oleaginoses, terres de retirada i remolatxa de la Unió Europea.

Per a l'any 2010 i segons la Directiva 2003/30/CE, es marca com a objectiu per als biocombustibles assolir el 5,75 %, calculat sobre la base de contingut energètic, de tots els combustibles comercialitzats per al transport a la Unió Europea. Per a assolir aquest objectiu, segons la Comissió Europea (EC, DG. 4, 2007), s'haurien de produir 15,03 Mt (milions de tones) de biocombustible, que equival (comptant que la font d'alimentació prové dels conreus energètics) a 12,02 milions d'hectàrees o, el que és el mateix, al 9,4 % de la SAU de la UE-25.

No obstant aquestes produccions objectiu, des de la Comissió Europea es preveu que el 2010 les hectàrees dedicades a l'obtenció de biocombustibles assoliran els 6,98 milions. Aquesta xifra suposaria la producció de 8,75 Mt de biocombustibles, un 58 % dels estimats (15,03 Mt) i un 5,5 % de la SAU de la UE-25.

Aquest interès per la producció de conreus energètics, amb una demanda tan intensiva de sòl agrari, probablement donarà lloc a la desaparició de les terres de retirada. D'aquesta manera no representaria un impacte tan elevat quant a la SAU necessària per a cobrir aquests objectius. No obstant això, també caldria potser analitzar la funció objectiu d'aquestes terres per a la biodiversitat.

Previsiblement, les terres de retirada tornaran a ser terres de conreu excepte en zones de gran valor paisatgístic, important per altres sectors com, per exemple, el turisme.

Estats Units

L'any 2000 es produïren uns 3,8 bilions de litres d'etanol als Estats Units (Pimentel, 2000). Aquesta quantitat només aprovisiona l'1 % del combustible utilitzat pels vehicles del país. Per a produir aquests 3,8 bilions de litres s'utilitzaren uns 1,3 milions d'hectàrees. Així, si es volgués abastir a partir de l'etanol un 10 % del combustible utilitzat als EUA, serien necessàries 10 milions d'hectàrees. Es calcula també que, per a abastir d'etanol tots els automòbils dels Estats Units, serien necessàries tantes hectàrees com l'àrea total del país!

Brasil

Segons càlculs de l'OCDE, els Estats Units, el Canadà i la UE-15 requeririen entre un 30 i un 70 % de la seva SAU per tal de substituir per etanol un 10 % de les seves necessitats de combustible per al transport, assumint que no existissin canvis en les tecnologies de producció ni en els rendiments de cultiu, en absència de comerç internacional o utilització de terres de guaret.

No obstant això, al Brasil, només seria necessària un 3 % de la seva SAU per arribar als mateixos objectius. Aquest fet posa de manifest el gran avantatge comparatiu del Brasil respecte als països de l'OCDE (figura 1).

Quant als càlculs que fa, l'OCDE afirma que un cop coneguda la variació en el contingut de sucres, midó i oli dels diversos productes emprats per a l'elaboració d'etanol i de biodièsel i, un cop coneguts els rendiments respectius per hectàrea cultivada, es pot calcular la superfície necessària per a produir una certa quantitat d'etanol o de biodièsel, assumint que no es produïssin canvis en les tecnologies de producció i en les fraccions dels cultius destinats a la producció de biocombustibles.

Sent una manera molt simple d'obtenir la quantitat d'hectàrees que s'haurien de destinar als conreus energètics, segons l'OCDE, s'ignora la possibilitat de millorar els processos tecnològics tant en l'agricultura com en la producció d'etanol, així com els canvis respecte a la proporció en les barreges de productes d'alimentació i hectàrees

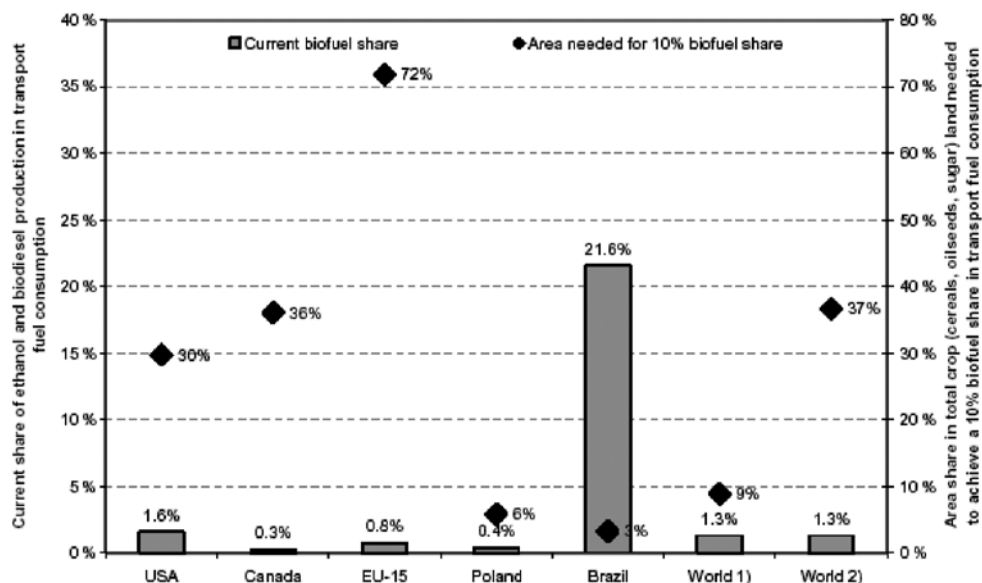


Figura 1. Percentatge de representació dels biocombustibles en l'energia destinada al transport i requeriments de superfície per a assolir-ne un 10 %, en diferents països i al món.

Font: OCDE.

utilitzades. A més a més, la possibilitat i el potencial per a utilitzar les terres de retirada tampoc no es considera, ni el comerç internacional dels biocombustibles és tingut en compte.

3.4.4. *Impacte en els preus dels productes agraris i en els seus mercats*

Aquesta desviació de la producció agrària cap als conreus industrials ja ha començat a repercutir en el preu dels aliments: el preu del blat de moro a Mèxic s'ha doblat en el darrer any, fet que ha forçat el Govern mexicà a fixar un sostre per al preu de les *tortitas de maiz*. El preu del sucre també s'ha doblat, mentre que la instal·lació de noves destil·leries als Estats Units i a l'Amèrica del Sud només ha fet que començar. Així, la producció industrial de biocombustibles amenaça amb un conflicte entre la producció per a l'alimentació humana i animal i la producció energètica.

Aquest conflicte entre la producció per a l'alimentació humana i animal i la producció energètica ja ha repercutit en el preu del blat de moro als Estats Units, entre d'altres.

Segons Pimentel (2000), aquest augment del preu del blat de moro es tradueix en un augment del preu de la carn, de la llet i dels ous (atès que al voltant del 70 % del blat de moro produït als Estats Units es destina a l'alimentació animal).

No obstant això, segons l'OCDE (2006), les implicacions per als mercats ramaders són generalment moderades, amb l'excepció notable de les margarines (per la seva relació amb els olis vegetals). Aquest pronòstic optimista deriva de la possibilitat d'utilització dels subproductes de l'obtenció de biocombustible per a l'alimentació animal. Així, no es preveuen gaires conseqüències per als mercats de la carn.

Als mercats agraris s'espera que els productors mundials més importants de biocombustibles (el Brasil, els Estats Units i el Canadà) redueixin significativament les exportacions d'aliments i/o que augmentin les importacions. Per aquest fet, per a l'any 2014 es preveu un augment dels preus dels conreus oleaginosos i del sucre d'un 2 % i gairebé d'un 60 %, respectivament, si es mantenen les produccions de biocombustibles obtingudes l'any 2004 (OCDE, 2006).

Aquest augment de preus ja és apreciable als Estats Units, que amb l'expansió recent de la indústria de l'etanol ha augmentat la demanda domèstica de blat de moro i, conseqüentment, el seu preu (figura 2) (Tokgoz, 2006).

Sent el blat de moro el factor principal per a la rendibilitat econòmica de la producció d'etanol, un augment del preu d'aquest disminuirà la producció d'etanol (això passaria als Estats Units, però és extrapolable a la resta de països en incrementar el cost de la seva font d'alimentació). Aquesta disminució de l'oferta provocarà un augment en el preu final de l'etanol.

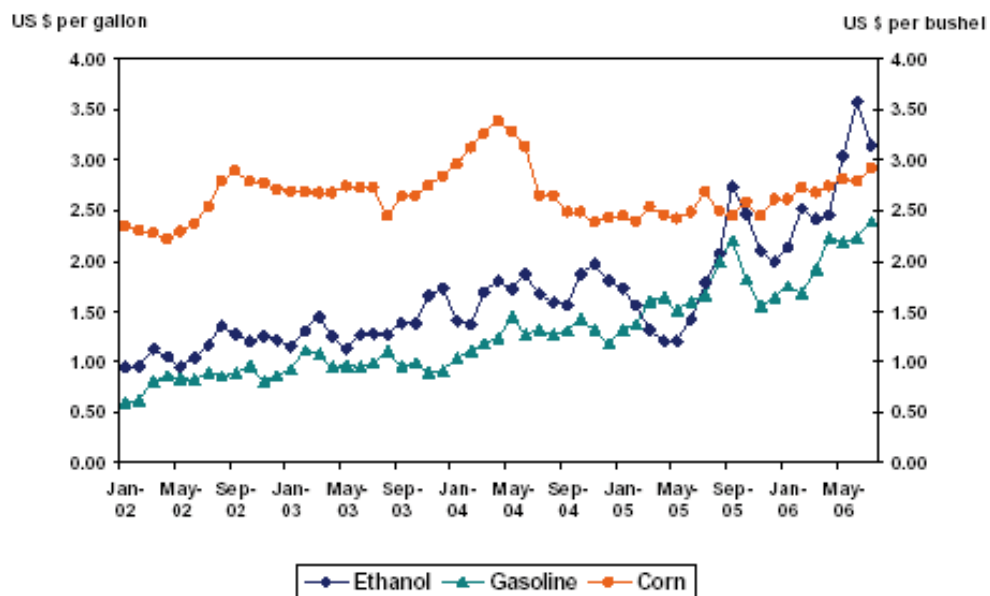


Figura 2. Preus de l'etanol, de la benzina i del blat de moro als Estats Units.
Font: Nebraska Ethanol Board and USDA NASS (2006).

A partir de la figura 2 també es pot observar que, al mateix temps que el preu del cru ha anat augmentat els darrers anys, també ho ha fet el preu de l'etanol. S'atribueix aquesta relació al fet que l'etanol s'utilitza com a complement de la benzina, per la qual cosa el preu de mercat de l'etanol depèn del preu de la benzina. No obstant això, s'espera que aquesta relació canviï si el percentatge de VFF (*vehicles flex fuel*)¹ augmenta, com ho ha fet al Brasil. Això podria canviar la dinàmica en la resposta dels mercats d'etanol als canvis de preu del cru.

En el cas que es produeixi un augment del preu de l'etanol a conseqüència d'un augment del preu del blat de moro, Tokgoz (2006) pronostica que aleshores el Brasil, productor d'etanol a baix preu, obtindria vendes més elevades en el mercat mundial a pesar dels encara elevats aranzels existents a la importació. Von Lampe (2006) suggereix que el Brasil és l'únic país que seria capaç de produir etanol de manera econòmicament rendible, fins a suportar una caiguda del preu del barril de petroli de fins a 39 dòlars.

Quant a l'increment del preu dels aliments, es preveu més acusat en el cas que el preu del barril de petroli continuï augmentant. Segons l'OCDE (2006), es demostra que aquest darrer factor té una influència més gran en l'augment dels preus, i que incideix més significativament per l'efecte directe en les despeses de producció agràries que per l'augment en la demanda de productes alimentaris per a la producció d'etanol.

3.4.5. *Impacte ecològic*

Igual que altres conreus intensius, els conreus energètics poden provocar contaminació dels aqüífers, com a conseqüència de les infiltracions de fertilitzants i pesticides, sobretot quan són utilitzats en excés.

En un futur proper s'espera que part del gra desviat per a la producció de biocombustibles podrà ser compensat per produccions d'aquest a l'Amèrica Llatina. Aquesta compensació, però, només es podrà aconseguir sobre la base de models d'agricultura industrials (de grans rendiments).

Desafortunadament, aquests models van acompanyats de l'eliminació de petits agricultors, i augmenta la pobresa en zones determinades. També poden anar acompanyats de desforestacions, fet que agreujaria el problema de l'escalfament global, en comptes de solucionar-ho, que és del que es tracta.

1. Mentre que l'ús de combustibles gasosos en automòbils requerria motors que diferissin significativament de l'àmplia majoria dels utilitzats actualment, els biocombustibles líquids com l'etanol i el biodiesel poden substituir els homòlegs fòssils, benzina i dièsel, d'una manera força simple. Es poden utilitzar barreges en baixes proporcions de biocombustibles amb benzina o dièsel en la majoria dels cotxes produïts actualment; generalment només es requereixen relativament petites modificacions del motor dels vehicles. En alguns països, els anomenats cotxes *flex-fuel* s'estan distribuint i en creixement, i estan disponibles cada cop més per al públic en general. Aquests cotxes proporcionen a l'usuari la flexibilitat d'escollir entre benzina, etanol o qualsevol barreja dels dos, segons els preus del moment.

El 80 % de les emissions de gasos d'efecte hivernacle del Brasil sorgeixen de la desforestació de la conca de l'Amazones per a la producció de canya de sucre per a transformació d'etanol, i les selves a Malàisia i a Indonèsia estan sent destruïdes per obtenir-ne oli de palma.

Així, contràriament a la idea d'*energia neta* que proclamen els defensors dels biocombustibles, s'afegeixen aquesta sèrie d'aspectes negatius (Leng, 2007).

3.5. **Balanç energètic dels biocombustibles**

Un balanç energètic positiu en l'obtenció de biocombustibles és el factor principal a tenir en compte en donar suport a aquesta font d'energia. En la literatura es troben discussions sobre aquest respecte, i hi ha estudis que afirmen ràtios energètiques positives i d'altres que defensen tot el contrari.

Des del departament d'agricultura i d'energia dels Estats Units es defensa un balanç energètic positiu. Shaopuri (USDA, 2002) conclou que el balanç energètic de la producció d'etanol a partir de blat de moro s'ha tornat positiva els darrers anys gràcies als avenços tecnològics en la conversió de l'etanol i a l'augment de l'eficiència en la producció agrària. Així, l'etanol provinent de blat de moro és energèticament eficient en una ràtio d'1,34.

Contràriament, altres autors dubten d'un balanç energètic positiu en la conversió del blat de moro. Segons Pimentel (2005), Shaopuri obvia una sèrie d'*inputs* energètics en el seu balanç, per exemple, l'energia necessària per a reparar la maquinària (tant agrícola com dels processos de transformació) i, manifesta un retorn energètic net del 67 % dels subproductes de l'elaboració de l'etanol. També afirma que no es té en compte l'impacte mediambiental de les produccions intensives de blat de moro als Estats Units. No obstant això, també reconeix que la despesa energètica i econòmica de la producció d'etanol pot ser disminuïda en tenir en compte els subproductes generats per aquesta (balanç energètic, taula 1).

El mateix autor conclou que:

- La producció d'etanol a partir de blat de moro requereix un 29 % més d'energia fòssil que la que s'obté en la producció d'etanol.
- La producció d'etanol a partir de cespitoses requereix un 50 % més d'energia fòssil que la que s'obté en la producció d'etanol.
- La producció d'etanol a partir de biomassa forestal requereix un 57 % més d'energia fòssil que la que s'obté en la producció d'etanol.
- La producció d'etanol a partir de soja requereix un 27 % més d'energia fòssil que la que s'obté en la producció d'etanol.²
- La producció d'etanol a partir de gira-sol requereix un 118 % més d'energia fòssil que la que s'obté en la producció d'etanol. Quant a aquest conreu, voldria estendre'm una mica més, a mode d'exemple, atès que el balanç energètic i econòmic que es fa és molt curt i entenedor.

Taula 1. Inputs per a obtenir 1.000 l al 99,5 % d'etanol produït de blat de moro

Inputs	Quantity	kcal × 1000	Dollars \$
Corn grain	2,690 kg ^b	2,522 ^b	284.25 ^b
Corn transport	2,690 kg ^b	322 ^c	21.40 ^d
Water	40,000 L ^e	90 ^f	21.16 ^g
Stainless steel	3 kg ⁱ	12 ⁱ	10.60 ^d
Steel	4 kg ⁱ	12 ⁱ	10.60 ^d
Cement	8 kg ⁱ	8 ⁱ	10.60 ^d
Steam	2,546,000 kcal ^j	2,546 ^j	21.16 ^k
Electricity	392 kWh ^j	1,011 ^j	27.44 ^l
95% ethanol to 99.5%	9 kcal/L ^m	9 ^m	40.00
Sewage effluent	20 kg BOD ⁿ	69 ^h	6.0
Total		6,597	\$453.21

^aOutput: 1 l of ethanol = 5,130 kcal; ^bData from Table 1; ^cCalculated for 144 km roundtrip; ^dPimentel, 2003; ^e15 l of water mixed with each kg of grain; ^fPimentel and others, 1997; ^gPimentel and others, 2004b; ^h4 kWh of energy required to process 1 kg of BOD (Blais and others, 1995); ⁱSlesser and Lewis, 1979; ^jIllinois Corn, 2004; ^kCalculated based on coal fuel; ^l7¢ per kWh; ^m95% ethanol converted to 99.5% ethanol for addition to gasoline (T. Patzek, pers. comm., University of California, Berkeley, 2004); ⁿ20 kg of BOD per 1,000 l of ethanol produced (Kuby, Markoja, and Nackford, 1984).

Font: Pimentel (2005).

Segons Pimentel (2000), les llavors de gira-sol amb pellofa contenen sobre un 25,5 % d'oli. El rendiment mitjà del gira-sol és de 1.560 kg/ha i en termes d'oli obtingut seria de 216 l/ha. Aquesta quantitat d'oli té un valor energètic d'1,7 milions de kilocalories.

L'energia necessària per a obtenir aquest rendiment, però, és de 2,8 milions de kilocalories, el que equival a una utilització d'energia de més del 65 % de l'obtinguda.

Econòmicament, i segons dades disponibles de l'any de la publicació, un litre d'oli vegetal es ven almenys a 2 dòlars, mentre que el litre de benzina està a 40 cèntims de dolar el litre. Així, no s'identificarien els olis vegetals com a alternativa econòmica per a la transformació en biocombustible.

3.6. *Biocombustibles de segona generació*

La capacitat d'implementar progressivament tecnologies que requereixin biomassa i residus sòlids no diferenciats com a font per a l'obtenció de biocombustibles, implica que el sector agrari no serà primordial per a l'obtenció d'aquests a llarg termini.

Quan s'assoleixi la tecnologia de segona generació per a l'obtenció de biocombustibles s'utilitzarà qualsevol tipus de biomassa. Aleshores, l'interès comercial dels conreus energètics desapareixerà.

Segons la Comissió Europea (EC, D.G.4, 2007), aquest fet deixarà els agricultors sense aquesta oportunitat de mercat en un període de temps relativament curt (potser al voltant del 2015).

Aquesta tecnologia de segona generació es considera més beneficiosa perquè es reduiran les emissions de gasos d'efecte hivernacle i la utilització del sòl per a aquest fi serà menys intensiva.

Altres autors també coincideixen en el fet que, si es vol assolir l'objectiu d'independència energètica a llarg termini, s'han d'obtenir nous tipus d'alimentació per a la producció d'etanol.

Si s'afegeixen productes com la cel·lulosa i altres tipus de biomassa a la producció d'etanol, és possible que es tornin a canviar un altre cop les estructures del mercat.

La importància del blat de moro com a matèria primera per a la producció d'etanol podria declinar gradualment. Encara que la canya de sucre produeix etanol a un cost menor, la utilització d'altres tipus de biomassa també podria modificar la relació entre l'etanol i els mercats del sucre.

No obstant això, tal com s'ha observat en l'apartat del balanç energètic, Pimentel (2000) conclou que aquest balanç a partir de material cel·lulòsic és pitjor que a partir de blat de moro. L'explicació que es dona es força senzilla. D'una banda, el blat de moro conté molt més midó i sucres que la fusta (en unitats volumètriques comparativament iguals), per tant, se'n requereix més quantitat per a obtenir la mateixa quantitat de sucre i midons. A més a més, aquest procediment requereix dos tractaments addicionals per a alliberar els midons i els sucres continguts a la fusta, ja que estan retinguts a la lignina i cal utilitzar àcids o enzims per a alliberar-los; aquest seria el primer tractament addicional, i el segon seria corregir l'acidesa del primer.

4. **Conclusions**

En la meua opinió és fonamental arribar a un consens científic quant al balanç energètic en la producció d'etanol. La ciència aplicada a l'agricultura no es comporta com una ciència exacta, però no es poden permetre manipulacions en els resultats a causa d'interessos polítics.

Segons el que s'ha explicat, sembla que el cost de la producció de biocombustibles a gran escala és massa elevat per al reduït percentatge de l'energia mundial que pot aportar, amb què la idea d'independència energètica quedaria diluïda.

Atesos tots els condicionants esmentats, sembla que el biodièsel no serà la solució última, però potser sí que podria facilitar una sortida intermèdia en la generació de sistemes híbrids que combinin energies renovables amb el combustible provinent del petroli, per a passar finalment a la utilització íntegra d'energia neta. Tanmateix, es poden considerar els biocombustibles una solució intermèdia ja que es redueixen les emissions de CO₂ a l'atmosfera.

Una estratègia nacional sostenible per als biocombustibles hauria de donar preferència a una identificació dels sòls més apropiats, una selecció de les espècies adequades i un desenvolupament de pràctiques sostenibles de gestió recomanades per a les plantes de biocombustible. Aquestes plantacions, més que competir amb la superfície de cultiu, s'haurien de situar en terres marginals i degradades que es poguessin recuperar mitjançant la incorporació progressiva de restes de collita, per a millorar-ne la qualitat, mentre que les produccions obtingudes es podrien utilitzar com a font d'alimentació per a la producció d'etanol.

Mentrestant, s'haurà de continuar investigant per determinar processos més eficients, sobretot a base d'*inputs* de no-competència amb els mercats agraris, a la vegada que s'estableixen tècniques i sistemes de cultiu que potenciïn l'estalvi de combustible fòssil i l'eficiència energètica.

Bibliografía

- BALDI, S.; SPUGNOLI, P.; ZOLI, M. (1989), «Energy efficiency in the vineyard», *J. Agric. Engng. Res.*, núm. 44, p. 301-310.
- BALL, B. C. (1996), «Cereal production with broadcast seed and reduced tillage: a review of recent experimental and farming experience», *J. Agric. Engng. Res.*, núm. 35, p. 71-95.
- BERNESSON, S.; NILSSON, D.; HANSSON, P. (2006), «A limited LCA comparing large-and small-scale production of ethanol for heavy engines under Swedish conditions», *Biomass and Bioenergy*, núm. 30, p. 46-57.
- Directiva 2003/30/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 8 de mayo de 2003, relativa al fomento del uso de biocarburantes u otros combustibles renovables en el transporte.
- DYER, J. A.; DESJARDINS, R. L. (2003), «Simulated farm fieldwork, energy consumption and related greenhouse gas emissions in Canada», *Biosystems Engineering*, núm. 84 (4), p. 503-513.
- (2006), «Carbon dioxide emissions associated with the manufacturing of tractors and farm machinery in Canada», *Biosystems Engineering*, núm. 93 (1), p. 107-118.
- COMISSIÓ EUROPEA, D. G. 4, «Scenar 2020: Scenario study on agriculture and the rural world» (gener 2007).
- GIL, E. (1994), «Siembra directa. Dónde, cómo y cuándo llevarse a cabo», *Vida Rural*, núm. 9 (setembre 1994).
- (1999), «Incidencia del uso de la maquinaria en el coste del producto. Metodología para un uso racional», *Axius de l'Escola Superior d'Agricultura de Barcelona* (Universitat Politècnica de Catalunya).
- HATIRLI, S. A.; OZKAN, B.; FERT, C. (2006), «Energy inputs and crop yield relationship in greenhouse tomato production», *Renewable Energy*, núm. 31, p. 427-438.
- HERNÁNZ, J. L.; GIRÓN, V. S.; CERISOLA, C. (1995), «Long term energy use and economic evaluation of three tillage systems for cereal and legume production in central Spain», *Soil and Tillage Research*, núm. 35, p. 183-198.
- HO, G. E. (1985), «Crop residues. II. How much can be economically harvested?», *Biomass*, núm. 7, p. 199-214.
- LENG, R. A. (2007), «The morality of biofuels», *Australian R&D Review* (abril 2007).
- MARTINES-FILHO, J.; BURNQUIST, H. L.; VIAN, C. E. F. (2006), «Bioenergy and the rise of sugarcane-based ethanol in Brasil», *Choises. The magazine of food, farm and resource issues. 2nd quarter*, núm. 21 (2).
- OCDE (2006), «Agricultural market impacts of future growth in the production of biofuels», Directorate for Food, Agriculture and Fisheries (febrer 2006).
- PETROLIA, D. R. (s. d.), «The economics of harvesting and transporting corn stover for conversion to fuel ethanol: a case study for Minnesota», *Staff Paper*, p. 6-12.
- PIMENTEL, D. (s. d.), «Limits of biomass utilization», *Encyclopedia of Physical Science and Technology*, 3a ed., vol. 2, p. 159-171.
- PIMENTEL, D.; PATZEK, T. W. (2005), «Ethanol production using corn, switchgrass, and wood; biodiesel production using soybean and sunflower», *Natural Resources Research*, vol. 14, núm. 1 (març 2005).
- Producir energía en los campos de cultivo: cultivos energéticos y biocombustibles* (1995), Editorial Agrícola Española. [IV Premio Eladio Aranda]
- SÁNCHEZ-GIRÓN, V.; SERRANO, A.; SUÁREZ, M.; HERNANZ, J. L.; NAVARRETE, L. (2007), «Economics of reduced tillage for cereal and legume production on rainfed farm enterprises of different size in semiarid conditions», *Soil and Tillage Research*, núm. 95, p. 149-160.
- SHAPOURI, H.; DUFFIELD, J. A.; GRABOSKI, M. S. (1995), «Estimating the net energy balance of corn ethanol», *USDA, Agriculture Economic Report*, núm. 721 (julio).
- SHAPOURI, H.; DUFFIELD, J. A.; WANG, M. (2002), «The energy balance of corn ethanol: an update», *USDA, Agriculture Economic Report*, núm. 814 (julio).
- SHEEHAN, J.; CAMOBRECO, V.; DUFFIELD, J. A.; GRABOSKI, M. S.; SHAPOURI, H. (1998), «An over-

view of biodiesel and petroleum diesel life cycle», *USDA, NREL/TP-580-24772* (maig).

STANHILL, G. (1974), «Energy and agriculture: a national case of study», *Agro-Ecosystems*, núm. 1, p. 205-217.

— (2007) «Biofuels from crop residues», *Soil and Tillage Research*, núm. 93, p. 237-238.

STRAPATSA, A. V.; NANOS, G. D.; TSATSARELIS, C. A. (2006), «Energy flow for integrated apple production in Greece», *Agriculture, Ecosystems and Environment*, núm. 116, p. 176-180.

TOZGOK, S.; ELOBEID, A. (s. d.), «An analysis of the link between ethanol, energy and crop markets». <<http://www.card.iastate.edu/publications/DBS/PDFFiles/06wp435.pdf>>.

TRISTRAM, O.; MARLAND, G. (2002), «A synthesis of carbon sequestration, carbon emissions and net car-

bon flux in agriculture: comparing tillage practices in the United States», *Agriculture, Ecosystems and Environment*, núm. 91, p. 217-232.

TYNER, W. E. «U.S. Ethanol Policy-Possibilities for the future». <<http://www.ces.purdue.edu/extmedia/ID/ID-342-W.pdf>>

VREDEVELD, G.; BULLARD, R.; SELLS, M.; SIMS, S.; WEST, J. (1983), «Energy comparison in three cases of pesticide versus biocontrol pest management», *Agriculture, Ecosystems and Environment*, núm. 9, p. 51-56.

WANG, W. J.; DALAL, R. C. (2006), «Carbon inventory for a cereal cropping system under contrasting tillage, nitrogen fertilization and stubble management practices», *Soil and Tillage Research*, núm. 91, p. 68-74.

Recursos electrònics

<<http://america.cubaminrex.cu/Nuestros%20columnistas/2007/Son%20los%20biocombustibles.htm>>.

<<http://biohemisferiozurdo.blogspot.com/2007/05/biotecnologia-y-medio-ambiente.html>>.

<http://www.vilaweb.cat/www/elpunt/noticia?p_idcmp=2378531>. Crònica de Salvador Garcia-Arbós.>.

<<http://www.xtec.cat/~cbadia23/biomassa.htm>>.