

Els reptes de l'agricultura sostenible

Elías Fereres

Instituto de Agricultura Sostenible-Consejo Superior de Investigaciones Científicas (CSIC) i Universidad de Córdoba

Les innovacions agrícoles han permès augmentar la producció sense haver d'estendre la superfície de cultiu, però aquesta intensificació de les explotacions ha vingut acompanyada de la degradació dels recursos naturals i, per tant, resulta insostenible. Actualment, els avenços científics i tecnològics permeten seguir augmentant els rendiments agrícoles sense comprometre la viabilitat ecològica dels cultius. Malgrat això, la política agrària europea encara no s'ha decantat per l'anomenada agricultura de conservació.

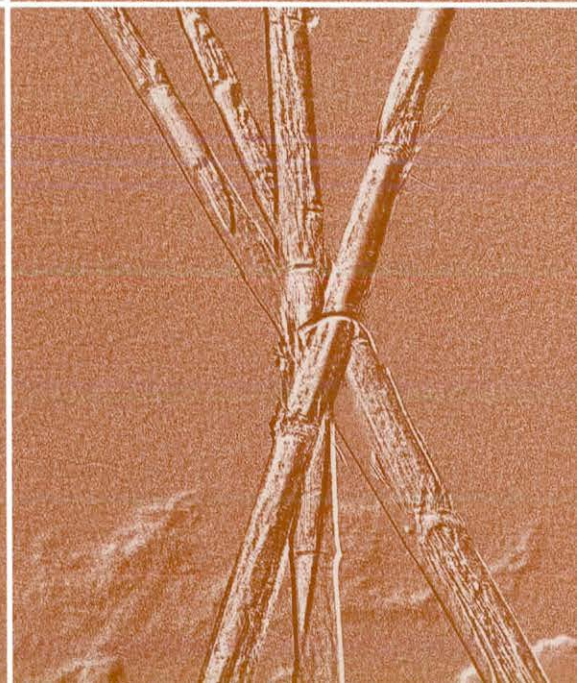
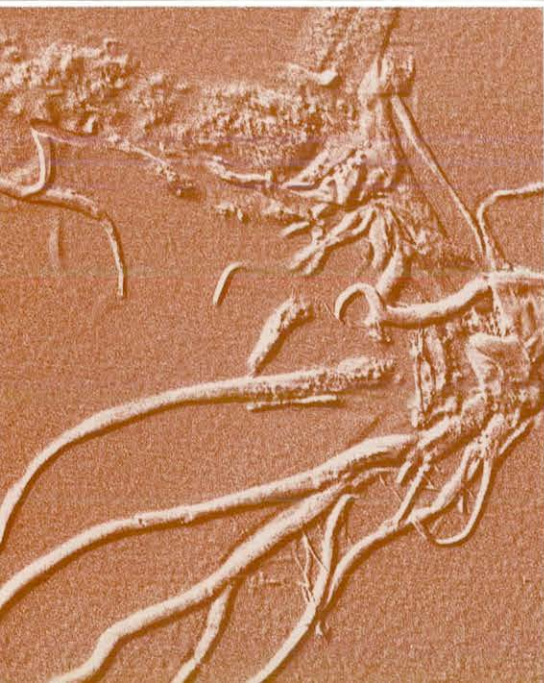
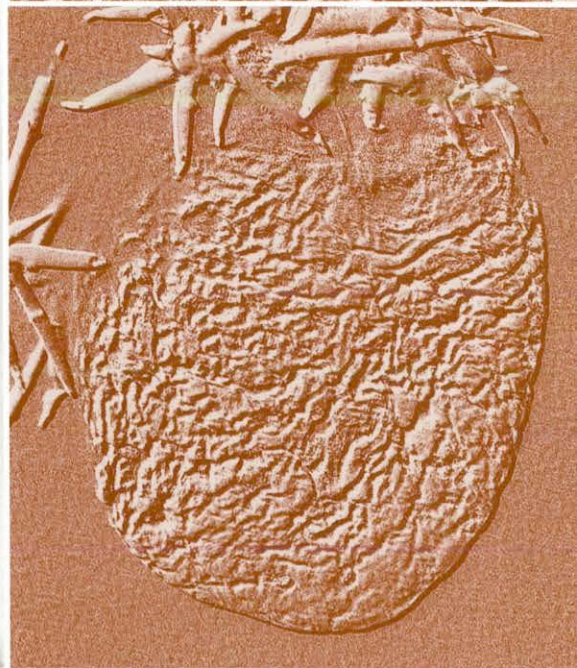
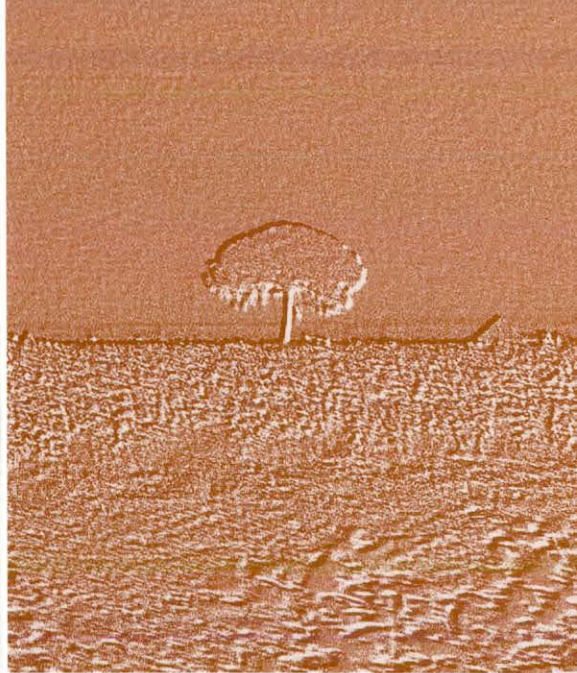
L'agricultura és una activitat basada en l'explotació dels recursos naturals i bàsicament destinada a la producció d'aliments. Des d'èpoques immemorials, l'home ha practicat l'agricultura amb molt pocs recursos. N'hi havia prou amb un tros de terra, unes llavors i l'esforç físic per que, conjuntament amb la radiació solar i les fonts d'aigua i nutrients que aportava l'ambient, l'home cobrís les seves necessitats d'aliments i altres béns (roba, combustible, etc.). La revolució industrial del segle XIX, junt amb la colonització de territoris nous (Amèrica, Àfrica), indueixen el gran canvi en l'agricultura, que llavors passa de ser una activitat amb fins de supervivència a una activitat econòmica i comercial.

L'agricultura ha arribat a una cruïlla

El creixement de la població mundial és, probablement, la principal força motriu del procés d'innovació al qual s'ha vist sotmesa l'agricultura en aquest últim segle. L'esmentat procés s'ha centrat en aconseguir augments en la productivitat agrícola, és a dir, en incrementar la producció per unitat d'àrea cultivada. Amb només una dada n'hi ha prou per il·lustrar l'èxit del desenvolupament tecnològic agrari: mentre la població mundial es va duplicar entre 1950 i 1990 (de 2600 a 5200 milions de persones), l'àrea cultivada segueix constant des de l'any 1960 a nivell global. La reducció d'àrea cultivada per càpita no només no va suposar una reducció del subministrament d'aliments, sinó que la producció alimentària per càpita és ara major que la dels anys cinquanta. Com ha estat possible desafiar amb èxit la predicció de Malthus en el període de

majors taxes de creixement de l'Humanitat? El concepte clau ha estat la intensificació de la producció. La investigació agrària ha aportat noves varietats, ha optimitzat l'ús de l'aigua i dels fertilitzants i ha facilitat enormement la mecanització de les operacions de cultiu. Totes aquestes tècniques s'han integrat i difós per uns serveis d'extensió agrària molt eficients que, per cert, no han existit en altres sectors econòmics. Els resultats d'aquesta innovació vital per a l'existència humana en l'actualitat, s'han plasmat en un increment sostingut dels rendiments dels cultius en el temps. Com a exemple es mostren en la figura 1 l'augment dels rendiments mitjans del blat i de l'arròs de l'Àsia en les últimes dècades, reflex del succeït en la immensa majoria dels sistemes agrícoles del planeta. En el llibre d'Evans (1993) es pot trobar una descripció detallada de l'evolució de la producció mundial d'aliments i de les bases de l'èxit de l'agricultura recent. Aquesta visió global positiva no pot ocultar que hi hagi problemes regionals de subministrament d'aliments en grans zones i grups humans dels països en desenvolupament, mentre en uns quants països desenvolupats es dediquen recursos en forma de subvencions per disminuir la producció d'excedents.

La població mundial continua creixent encara que a taxes una mica menors que en el passat recent. Això fa que augmenti la demanda d'aliments, en especial en les regions de gran creixement econòmic. Val a dir que hauria de continuar la intensificació de l'agricultura? L'agricultura actual pot garantir l'alimentació de la humanitat en el futur? Abans de contestar a aques-

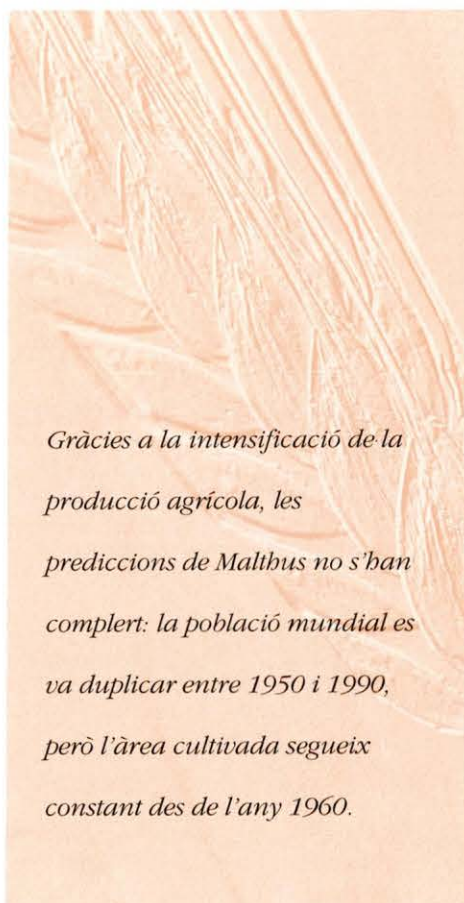


tes preguntes convé examinar l'agricultura dins de contextos més amplis, com el de l'ecologia.

Els sistemes agrícoles i el seu impacte a l'entorn

Els sistemes agrícoles són ecosistemes on es manipulen la comunitat de plantes i el seu ambient per produir, de forma òptima, una sèrie de productes útils per l'home. Els sistemes agrícoles (també anomenats agroecosistemes) són ecosistemes naturals on l'agricultor crea unes comunitats de plantes i animals basades en poques espècies desitjables, eliminant a les restants. Les relacions dins d'aquests sistemes entre una espècie i l'ambient, així com les interaccions entre espècies, segueixen els principis bàsics de l'ecologia, com per exemple els fluxos d'energia, el reciclat de nutrients, la competència entre espècies, etc. De fet, molts d'aquests principis han estat utilitzats per primera vegada pels agrònoms, i només en les dècades recents hi ha hagut una confluència de pensament entre els científics que estudien els ecosistemes agrícoles i els naturals. La diferència fonamental entre ambdós es basa actualment en el grau d'intervenció humana, donat que, a causa de l'augment de la densitat de la població mundial, queden molt pocs ecosistemes que no hagin estat alterats per l'home. Segons Loomis i Connor (1992), la unitat d'estudi en agroecologia és el camp cultivat (o sistema de cultiu). L'agregació d'aquests camps a una finca gestionada per un agricultor constitueix a nivell superior el que se'n diu sistema d'explotació. Un sistema agrícola seria llavors un conjunt de finques amb objectius similars a escala regional (Loomis i Connor, 1992). La producció hortícola sota plàstic d'Almeria o l'olivar de secà de Les Garrigues serien exemples de sistemes agrícoles. Tradicionalment, l'anàlisi d'aquests sistemes s'ha concentrat en l'avaluació de la seva productivitat o del seu impacte econòmic i social. Quan s'examinen, però, des de la perspectiva dels ecosistemes, apareixen una

sèrie d'interaccions complexes que afecten no només el sistema considerat sinó també l'entorn que l'envolta. Un exemple d'aquestes relacions és la contaminació de les aigües que flueixen d'un sistema agrícola cap a un de natural pròxim. En el passat, l'agricultura - i aquí no només els agricultors - ha ignorat l'impacte que les seves pràctiques tenien en els ecosistemes contigus. Aquesta postura ja no és acceptable. La pressió de la resta de la societat ha estat una causa important que ha canviat la disposició dels agricultors a examinar els problemes que provoquen les seves activitats a l'entorn. Però també per la seva part han percebut que s'aproximen als límits de la capacitat de càrrega dels ecosistemes i el que això pot significar per a les pròpies activitats agràries en el futur.



Gràcies a la intensificació de la producció agrícola, les prediccions de Malthus no s'han complert: la població mundial es va duplicar entre 1950 i 1990, però l'àrea cultivada segueix constant des de l'any 1960.

La sostenibilitat com a atribut dels sistemes agrícoles

Ja hem vist que la característica més important d'un sistema agrícola és la seva productivitat, el rendiment per unitat d'àrea cultivada. Aquesta propietat també pot utilitzar-se per avaluar l'eficiència amb la qual els diferents inputs (fertilitzants, mà d'obra, aigua, etc.) s'utilitzen en l'obtenció del rendiment (Loomis i Connor, 1992). A més a més del nivell de productivitat, tot sistema agrícola té altres propietats, com per exemple l'estabilitat i la sostenibilitat des del punt de vista ecològic, mentre l'autonomia i l'equitat són propietats relacionades amb els aspectes socio-econòmics. La sostenibilitat es refereix a la capacitat de mantenir el nivell de productivitat durant llargs períodes de temps, és a dir, es refereix a la persistència del sistema. L'estabilitat, per contra, s'associa amb el nivell de fluctuacions de la productivitat en el temps. Un sistema pot ser inestable — perquè la seva producció fluctua molt d'un any a l'altre — però és sostenible si el seu nivell productiu mig no decau amb el temps. Una característica important associada a la sostenibilitat és la capacitat del sistema per recuperar-se de les pertorbacions produïdes per canvis en l'ambient (sequeres, etc..) o altres causes (plagues, etc..) de major o menor intensitat i duració. Els sistemes que recuperen ràpidament el seu nivell productiu un cop passada la pertorbació són més sostenibles que aquells que es veuen afectats negativament per la mateixa, tot hi haver passat llargs períodes de temps. Quina és la causa per la que, en l'actualitat, els agrònoms i ecòlegs presten una particular atenció a la sostenibilitat dels sistemes agrícoles? No hi ha dubte que la preocupació general a la nostra societat és que el desenvolupament actual no comprometi el de les futures generacions. Aquesta preocupació ha donat lloc al concepte de desenvolupament sostenible, definit per la FAO com un desenvolupament basat en el maneig i la conservació dels recursos naturals i en l'orientació del

● **Quadre 1. Problemes principals de l'agricultura intensiva**

Aigües: contaminació i escassetat

Sòls: erosió en àrees fràgils. Salinització

Agroquímics: residus en els aliments

Subvencions i mercats protegits

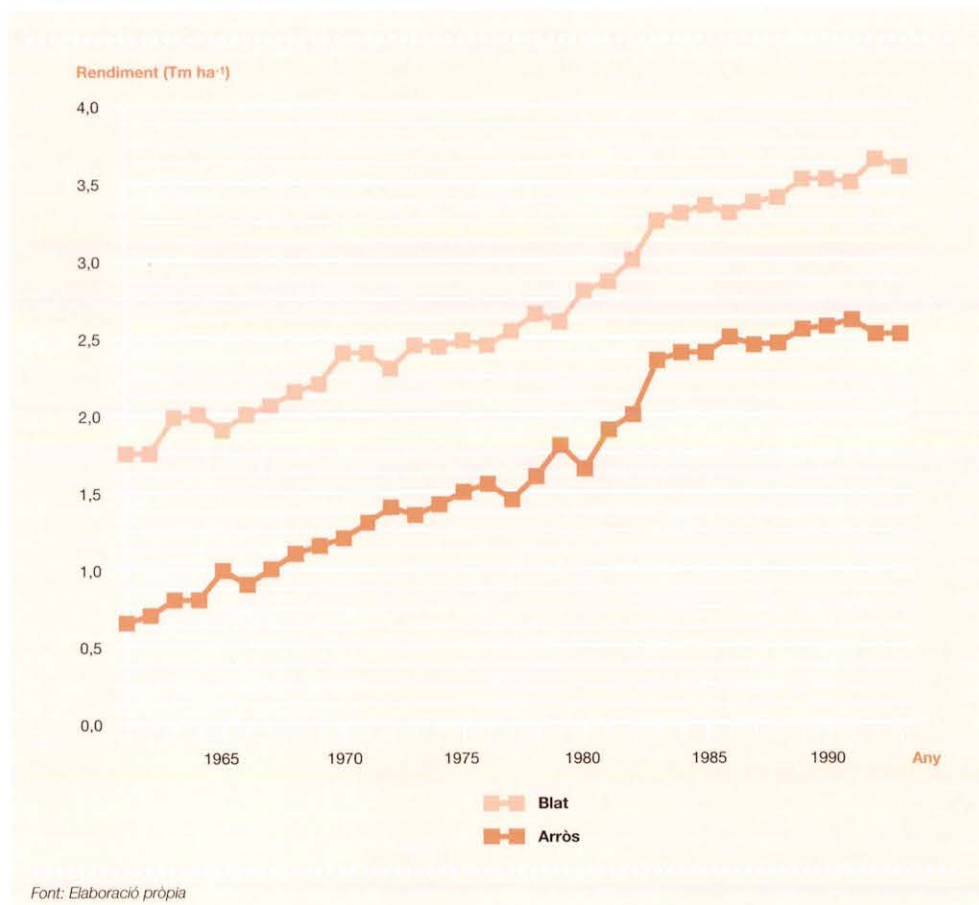
canvi tecnològic dirigits a aconseguir i satisfer les necessitats humanes - aliments, allotjament, roba i combustible - de les actuals i les futures generacions. Aquest desenvolupament sostenible inclou a l'agricultura i a la pesca, ha de conservar els recursos de l'aigua, del sòl i els genètics, no ha de deteriorar l'ambient, i ha de ser tècnicament apropiat, econòmicament viable i socialment acceptable.

Aquest enfocament no és nou, ja que la preocupació per la sostenibilitat dels sistemes agrícoles agafava força a principis dels anys 80 com a conseqüència dels problemes ambientals derivats de la intensificació de l'agricultura que es detectaven, sobretot, en els països desenvolupats. Convé analitzar la naturalesa d'aquests problemes i els esforços que actualment estan en marxa per resoldre'ls.

● **Els problemes de l'agricultura intensiva**

El procés d'intensificació de l'agricultura ha tingut moltes etapes, i en determinats ecosistemes s'ha portat fins a situacions extremes. Les funcions de resposta a l'aplicació de fertilitzants, aigua, plaguicides, etc... tendeixen cap a un màxim asimptòtic, el que significa en termes econòmics que el risc d'excedir la dosi òptima és molt menor, que el de no arribar-hi. La incertesa en la determinació d'aquestes dosis òptimes a nivell de camp ha provocat que en molts sistemes intensius s'apliquin quantitats excessives d'aquests inputs per garantir els màxims nivells de productivitat. Un exemple clàssic d'aquesta situació és la producció de blat al Nord d'Europa, on les dotacions mitjanes de fertilitzants nitrogenats i de fungicides utilitzades excedeixen

● **Gràfic 1: Evolució dels rendiments d'arròs i blat a Àsia**



xen en molt les necessitats del cultiu. Aquests excessos en els usos d'inputs per garantir l'obtenció dels rendiments alts perseguits són una de les fonts dels problemes de l'agricultura actual que es descriuen en el quadre 1.

● **Percepcions de la societat urbana sobre l'agricultura intensiva**

Als problemes del quadre 1 se n'ha d'afegir un de caràcter general que cal mencionar. La disminució de la població rural i el procés d'urbanització als països desenvolupats ha allunyat la majoria de la població de la realitat de l'agricultura. Això fa que sigui difícil comunicar de forma objectiva al gran públic com són els processos productius al sector i quins riscos reals i

imaginaris es corren quan es consumeixen aliments produïts pels sistemes agrícoles actuals.

La percepció sobre l'agricultura d'un sector urbà cada vegada més important, és molt negativa pel que fa a l'ús d'agroquímics i, més recentment, l'ús de les biotecnologies en la millora de plantes. Aquestes actituds, freqüentment promogudes per grups ambientalistes, tenen un origen complex i sovint estan mancades de fonament científic. Malgrat això, és molt necessari analitzar objectivament la informació que es difon i fomentar el coneixement de totes les opcions de les que disposa la societat per produir aliments. La millor resposta a actituds irracionals és incrementar el nivell d'educació pública sobre aquests temes. La recent contestació contra la soja modificada

genèticament a un país centreeuropeu, va portar a una botiga a anunciar els seus productes com a: Aliments lliures de gens!. Actualment, a mesura que s'avança en la manipulació genètica sorgeixen majors incerteses sobre els efectes no desitjats que podrien propiciar transformacions genètiques no convencionals (bacteri-planta, p.e.). També sorgeixen consideracions de naturalesa ètica, difícils d'eludir quan es manipulen elements essencials de la vida. La desconfiança sobre les biotecnologies en alguns sectors en part és deguda al fet que la majoria de les investigacions es realitzen al sector privat. Es percep que la recerca de beneficis empresarials podria bandejar altres consideracions relacionades amb la seguretat i amb els efectes secundaris dels nous productes. Potser els controls establerts per tots els governs per avaluar els impactes de tot tipus dels nous productes biotecnològics, tant al sector sanitari com a l'agrari, no són suficientment coneguts. La societat, però, té dret a exigir que els controls corresponents no deixin cap marge d'incertesa respecte als impactes negatius que podrien tenir els productes obtinguts mitjançant els mètodes de la biotecnologia.

La realitat és que les primeres varietats millorades amb mètodes biotecnològics, comercialitzades recentment, poden reduir alguns dels impactes negatius sobre l'ambient en relació a les varietats actuals. Prenem per cas la soja resistent a un herbicida menys agressiu a l'ambient que altres que s'apliquen de forma rutinària en la soja convencional. En aquest cas, l'agricultor aplicarà menys herbicida (només a les zones del camp on hagi males herbes, un cop que la soja resistent s'hagi establert). Aquest herbicida és menys contaminant que els herbicides usats amb la soja convencional, que s'han d'aplicar preventivament a tot el camp abans que germini. Amb una oposició a la nova soja biotecnològica s'està afavorint una major aplicació d'herbicides, fet que crea un conflicte aparent entre les persones que han fet de l'ecologia una religió. Naturalment, hi ha una via alter-

nativa, com per exemple: no aplicar cap herbicida. D'aquesta opció tractarem més en davant.

La contaminació i l'escassetat dels recursos hídrics

L'aplicació de taxes altes d'agroquímics durant molts anys ha desbordat totes les previsions respecte a la capacitat dels sòls per eliminar aquests productes. L'elevada persistència i la toxicitat d'uns quants d'aquests productes ha agreujat seriosament el problema. L'escorrentia i el drenatge dels camps de cultiu arrosseguen agroquímics dissolts que contaminen aigües avall altres ecosistemes agrícoles i naturals. Un dels principals contaminants, per la seva alta mobilitat dins dels sòls i per les taxes elevades d'aplicació en l'agricultura intensiva, és el nitrat. Quan aquests contaminants arriben a les aigües subterrànies, l'ús posterior de les mateixes es veu afectat irreversiblement ja que econòmicament no és possible regenerar aquestes fonts d'aigua. Les taxes altes de fertilitzants nitrogenats característiques de l'agricultura i de la ramaderia del nord d'Europa han contaminat molts aqüífers amb nitrats (per exemple, a Holanda), i amenacen així la sostenibilitat d'aquest tipus d'agricultura. El regadiu a nivell mundial representa una tercera part de la producció d'aliments encara que només ocupa el 16% de l'àrea cultivada. Les dotacions excessives d'aigua i la falta de control dels fluxes de retorn han generat un problema seriós de contaminació que també qüestiona la sostenibilitat de molts regadius. A aquests problemes s'ha d'afegir l'augment global de la demanda hídrica dels altres sectors consumidors (l'urbà, l'industrial i l'ambiental). És evident que, en el futur, l'escassetat d'aigua afectarà notablement als regadius i reduirà la disponibilitat d'aquest recurs. Existeix la necessitat imperiosa de tornar els sistemes agrícoles de regadiu més sostenibles, si volem garantir la seguretat alimentària d'una bona part de la població mundial que depèn d'aquest tipus de cultiu.

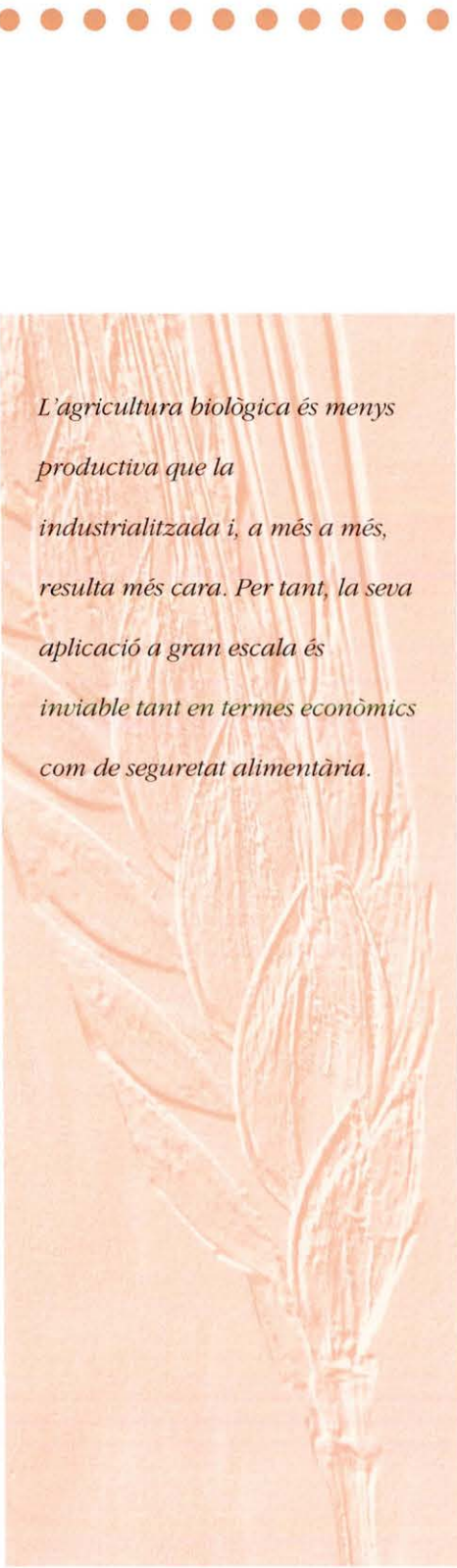
L'erosió i la salinització dels sòls

La roturació d'àrees susceptibles a l'erosió per la seva topografia o per les característiques dels seus sòls ha suposat pèrdues irreversibles d'aquest recurs, essencialment no renovable (les taxes de formació de sòl són tan baixes que es pot estimar que per exemple, a la vall del Guadalquivir, les pèrdues de sòl a causa de l'erosió en el període de pluges de 1996-97 han estat equivalents al sòl que s'hauria format en els últims setanta a cent anys). L'increment de l'ús de maquinària pesada, característica de l'agricultura altament mecanitzada, ha augmentat notablement els riscos d'erosió en àrees fràgils on els sòls generalment són poc profunds i on l'erosió fins i tot pot provocar l'abandonament de terres perquè es tornen improductives. A Espanya, un dels sistemes agrícoles més amenaçats pel risc d'erosió és l'olivar, que ocupa molts sòls marginals d'alt risc.

La salinització dels sòls és un procés inevitable que està associat a la pràctica del rec. Totes les aigües de rec contenen sals dissoltes. Les plantes absorbeixen aigua pura, el que significa que les sals es concentren dins dels sòls regats a causa dels processos d'evaporació i de transpiració. Aquestes sals afecten negativament al creixement de les plantes i si s'acumulessin indefinidament, els sòls esdevindrien improductius. És necessari evacuar aquestes sals mitjançant sistemes de drenatge. Les limitacions que la societat imposa cada vegada més al drenatge de les zones regables, és una amenaça seriosa a la persistència de l'agricultura de rec. El problema pot ser encara més greu quan més àrida és la zona, ja que les pluges estacionals contribueixen a evacuar les sals acumulades a la temporada de rec.

La presència de residus d'agroquímics en aliments

Aquest punt és, com ja s'ha mencionat, el que conté una de les crítiques més dures a l'agricultura intensiva, perquè l'increment



L'agricultura biològica és menys productiva que la industrialitzada i, a més a més, resulta més cara. Per tant, la seva aplicació a gran escala és inviable tant en termes econòmics com de seguretat alimentària.

en l'ús d'agroquímics en les últimes dècades ha estat molt notable. L'aplicació en molts casos preventiva o rutinària de plaguicides crea situacions de risc -percebut o real- relacionades amb que els aliments continguin restes d'aquestes aplicacions.

Els controls públics de sanitat ambiental protegeixen a la població d'aquests riscos mitjançant normes legals que estableixen els límits màxims acceptables des del punt de vista toxicològic per a cada nivell de residus. El problema és, com en el cas de les biotecnologies, que en una part de la societat s'ha generat una sensació que els controls públics són insuficients o poc fiables. Davant d'aquest fet només és possible exigir que la informació que es doni al públic sobre aquests problemes sigui transparent, i, sobretot, que estigui recolzada per dades obtingudes de forma objectiva i sense biaïsos.

Subvencions i mercats protegits

L'objectiu d'aconseguir l'autosuficiència alimentària va portar als països més desenvolupats a establir, durant les últimes dècades, uns sistemes de protecció de mercats pels seus agricultors, i de crear subvencions per fomentar l'augment de la producció agrària. Aquestes polítiques en alguns casos van portar a la producció d'excedents en aquests països arran d'intensificar al màxim la producció. La globalització dels mercats avança i cada cop és més difícil protegir els mercats interiors. Malgrat això, a la majoria dels països desenvolupats continuen havent-hi una multitud de vies de subvenció a l'agricultura, que són objecte de crítiques creixents per part de la resta de la societat. Subvencionar amb diners públics una activitat que produeix excedents i contamina l'ambient? Evidentment, la resposta del votant urbà mitjà ha de ser negativa, contribuint així a la crítica que es fa de l'agricultura actual.

Cap a una agricultura sostenible

Els problemes mencionats en l'últim apartat han qüestionat en els últims anys els enfocaments utilitzats per manejar els sistemes agrícoles i han conduït a posar més èmfasi a la recerca de fórmules que conduïxin a perpetuar l'explotació d'aquests sistemes, evitant la seva degradació. Així sorgeix

l'agricultura sostenible, que ha de fer compatibles els objectius productius del present amb la conservació dels recursos naturals per preservar la producció del futur. Expressada així, l'agricultura sostenible és més una filosofia que un conjunt de pràctiques agrícoles específiques que permeten arribar als objectius citats. Degut a la gran diversitat existent, no hi ha una fórmula universal concreta d'agricultura sostenible; a més a més, els sistemes agrícoles segueixen una evolució constant i són de naturalesa dinàmica, el que fa que estiguin canviant contínuament. Amb la implantació dels objectius de l'agricultura sostenible, assegurem que els mitjans utilitzats per explotar els sistemes agrícoles contribueixen a mantenir la productivitat dels mateixos en el futur.

Encara que hi hagi una coincidència general respecte al concepte «d'agricultura sostenible» i de «desenvolupament sostenible», existeix una gran diversitat d'enfocaments per convertir en més sostenible un sistema agrícola concret. Per a l'agricultura d'inputs alts dels països més desenvolupats, l'èmfasi s'ha de posar sobre la conservació de l'ambient i del paisatge rural, mentre que als països en desenvolupament, la seguretat alimentària d'una població creixent en el futur ha de ser la base de la sostenibilitat. De totes maneres, entre aquests dos extrems, la sostenibilitat de tots els sistemes agrícoles ha de basar-se en un millor coneixement dels principis físics, biològics i socio-econòmics que controlen el funcionament d'aquests sistemes. En línies generals, el major ús de rotacions, el control integrat de plagues, malalties i males herbes, el cultiu de conservació, el maneig eficient de l'aigua de rec i la major utilització de la millora genètica per a la solució de problemes fitosanitaris, són les principals eines a fer servir per tornar més sostenible l'agricultura actual. Malgrat això, no n'hi ha prou amb el desenvolupament de noves eines, ja que aquestes s'han de fer servir prestant una atenció particular a la seva integració en un conjunt sistèmic que analitzi el comportament del sistema com un tot.

Com avaluar els impactes de les pràctiques agrícoles en el futur? Es disposa de dues possibilitats: o utilitzar les experiències i els experiments a llarg termini o bé mitjançant una anàlisi i una projecció de futur utilitzant models de simulació. Els experiments a llarg termini permeten determinar empíricament els efectes dels diferents tractaments en el rendiment i en altres aspectes com l'evolució de les propietats dels sòls. Existeixen experiments ininterromputs des de la meitat del Segle XIX a l'Estació Experimental de Rothamsted a Anglaterra, sobre fertilització nitrogenada i rotacions. Així mateix, als EEUU i a altres països del Nord d'Europa es poden trobar molts experiments a nivell de sistema de varies dècades de duració, el que permet establir els efectes a llarg termini que tenen diverses opcions en rotacions, en l'ús del guaret, en la fertilització, en el cultiu, etc... Aquesta experimentació de llarg termini requereix un suport públic decidit per mantenir la seva financiació durant un llarg període de temps. Potser és per aquesta raó, a part de la nostra falta de tradició investigadora, que a Espanya gairebé no s'ha realitzat investigació agrària a llarg termini. Un model de simulació d'un cultiu, segons Monteith (1996), és un instrument quantitatiu que permet predir el creixement, el desenvolupament i el rendiment d'un cultiu en un ambient donat. Amb el nivell de coneixements actuals sobre la fisiologia dels principals cultius i les seves relacions amb l'ambient físic, és possible formular models dinàmics basats en equacions diferencials resoltes per ordinador, que reproduïen el comportament dels cultius i les seves respostes als diferents paràmetres ambientals. Els primers models d'aquest tipus s'han elaborat per De Wit a finals dels seixanta i actualment han arribat a un alt grau de sofisticació, encara que requereixen calibració local, ja que encara tenen una component empírica important. Aquests models ofereixen la possibilitat d'avaluar el comportament d'un cultiu hipotètic a llarg termini, una vegada subministrada la informació climàtica de la sèrie d'anys corres-

ponents. També és possible analitzar els impactes de canvis que no poden simular-se experimentalment com un canvi climàtic. Actualment s'investiga activament en aquest camp, lligant models de diferents cultius per simular els efectes de les rotacions i incorporant models de simulació de les plagues o malalties dins dels models dels cultius. La prospecció de diferents escenaris és una activitat clau per avaluar la sostenibilitat dels sistemes agrícoles. Per aquesta raó, aquesta àrea d'investigació hauria de ser impulsada en el context de l'agricultura sostenible.

El gran repte

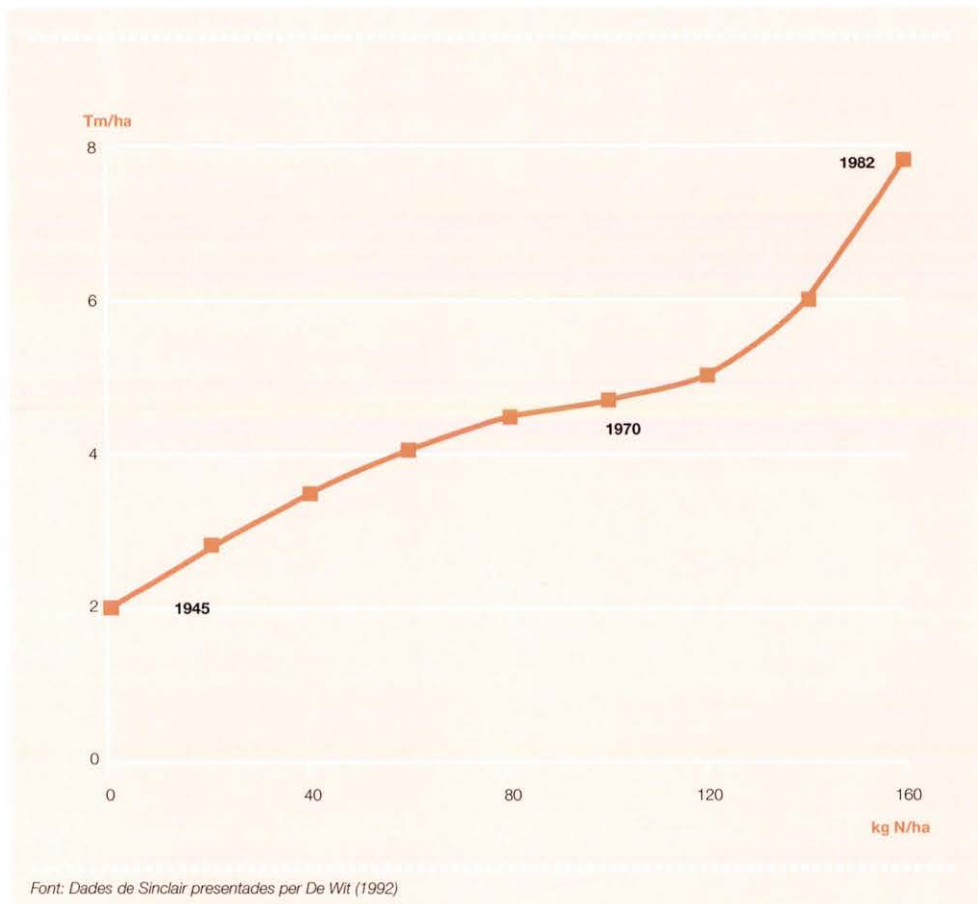
La població mundial continua creixent i podria arribar als 8000 milions de persones cap a l'any 2030. Els sistemes agrícoles actuals podran garantir la seguretat alimentària de 2500 milions de persones més, o s'excedirà la capacitat de càrrega d'aquests sistemes? Què hauríem de fer per assegurar l'alimentació de la població mundial en aquest termini? Aquest és el gran repte que té el sector agroalimentari mundial davant seu, encara que a vegades els excedents locals o temporals concentren les polítiques dels governs més poderosos en els seus problemes a curt termini. Probablement, els agrònoms de finals dels seixanta es feien preguntes similars a les formulades més amunt que, afortunadament, han estat contestades amb èxit pels successos que van propiciar la Revolució Verda. En la meua opinió, i malgrat les incerteses que es plantegen per part d'alguns, és molt probable que la Humanitat sigui capaç de tornar a guanyar la batalla de la seguretat alimentària en les pròximes dècades. Els dubtes sorgeixen més sobre la manera com es guanyarà aquesta batalla i sobre la pregunta si serem capaços de preservar els recursos per mantenir la productivitat indefinidament. No és fàcil identificar les claus per aconseguir la seguretat alimentària en el futur. Actualment ja s'han aconseguit rendiments que s'aproximen als màxims biològics teòricament

possibles. Les 20 t/ha de blat de moro o les 13 t/ha d'arròs representen aquests nivells que es poden arribar a produir en condicions òptimes. Un cop d'ull sobre els rendiments mitjans d'aquests cultius en diferents zones ens suggereix que encara és possible continuar escurçant la distància entre els rendiments mitjans i els màxims potencials de cada sistema d'explotació. Com s'explicarà més endavant, és possible arribar a aquests nivells a la vegada que es conserven els recursos biològics, els hídrics i els del sòl, condició essencial per garantir la sostenibilitat dels sistemes agrícoles.

Les agricultures alternatives

Existeix un sector de la població, particularment en els països desenvolupats, que se sent afeixugat per la intensificació de l'agricultura actual i propugna una agricultura alternativa sense l'ús d'agroquímics (fertilitzants minerals i pesticides). Existeixen moltes modalitats d'agricultura basades en aquesta filosofia, que en general tendeix a diferenciar les tècniques entre acceptables i no acceptables segons uns criteris no sempre recolzats per dades objectives. És l'anomenada (a Espanya) agricultura ecològica, i que als EEUU s'anomena *organic farming*. Aquesta opció té dos problemes fonamentals. El primer és que no és possible mantenir els nivells alts de productivitat necessaris per l'alimentació actual i futura sense utilitzar fertilitzants minerals, i en particular el nitrogen. Una collita acceptable de blat de moro de 10 t/ha exporta uns 200 kg/ha de nitrogen (N), que han d'aportar-se abans i durant el cultiu perquè molt pocs sòls tenen la capacitat d'aportar naturalment (via mineralització de la seva matèria orgànica) aquesta quantitat tan alta de N. Els sòls que tinguin aquesta capacitat, aniran perdent productivitat amb el temps si no es restitueixen les extraccions. L'ús de fertilitzants orgànics acceptats per l'agricultura ecològica (fems), no és viable per a les extensions que actualment es cultiven (és fàcil calcular la ramaderia necessària per produir

● Gràfic 2: Rendiments del blat de moro en funció de la fertilització amb nitrogen (N) a USA 1945-1982



les immenses quantitats de fems que farien falta). Si s'accepta el famós principi que la matèria no es crea ni es destrueix - no sempre evident en aquestes discussions-, l'agricultura que no fa servir N mineral haurà d'acceptar uns rendiments que estaran en funció de la disponibilitat de N orgànic que tingui el cultiu. Ja que aquests nivells són molt més baixos que els necessaris, els rendiments de l'agricultura ecològica seran molt menors, en general, que els obtinguts amb l'agricultura actual.

L'altre problema d'aquesta agricultura és la seva viabilitat econòmica, derivada de la seva menor productivitat. Els costos majors de producció fan que només un sector de la població estigui disposat a pagar els majors preus dels productes obtinguts en l'agricultura ecològica. Naturalment, a

mesura que existeixin consumidors interessats, aquest tipus d'agricultura serà viable, com ja ho és a l'agricultura periurbana de les grans ciutats als països més rics, encara que en extensions molt limitades. Pel contrari, la baixa productivitat de l'agricultura ecològica és una limitació important que la descarta com a solució al problema de la seguretat alimentària mundial. No obstant, és un sistema que fa veure els excessos en l'ús d'agroquímics en molts sistemes d'explotació dels països desenvolupats

L'agricultura sostenible és una agricultura de baixos inputs?

Una altra reacció natural als efectes negatius de la intensificació ha estat la proposta

d'una reducció dràstica dels inputs. Aquest punt de vista, que als EEUU es va anomenar LISA (*low input sustainable agriculture*) també ha de matitzar-se en funció del nivell d'inputs que utilitzi cada sistema agrícola. Reduir els inputs dels sistemes de secà a Castella o a Austràlia no tindria molt de sentit, ja que es tracta de sistemes que utilitzen nivells molt per sota dels necessaris per arribar a la màxima producció. Pel contrari, la reducció en les taxes d'aplicació d'agroquímics a l'agricultura dels països industrialitzats del nord d'Europa sembla desitjable, i es va implantant des de fa anys a Holanda, Dinamarca i altres països. En un estudi recent, realitzat en sistemes d'explotació de remolatxa sucrera a Holanda, es va determinar que, entre 1972 i 1992, es van reduir les quantitats d'agroquímics en un 35% i les del fertilitzant N en un 15%, sense que per aquesta reducció es reduïssin els rendiments. Tot al contrari, els rendiments mitjos van augmentar un 20% en el mateix període, com a conseqüència d'un maneig més precís del cultiu i dels seus inputs.

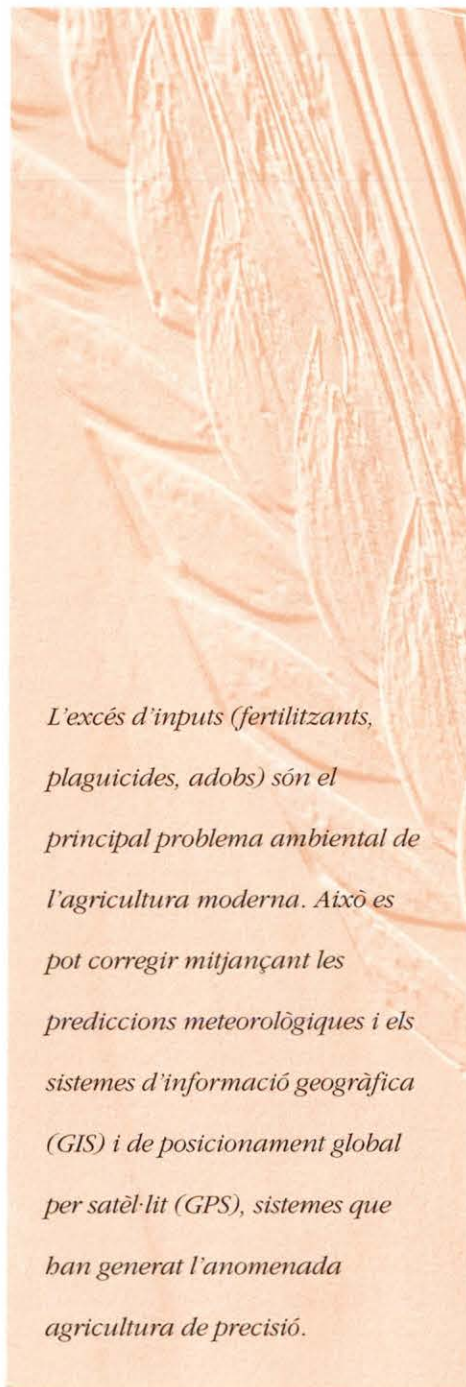
Recomanar la reducció d'inputs té sentit quan les taxes d'aplicació excedeixen l'òptim econòmic, però no s'ha d'oblidar la conclusió a la que va arribar DeWit (1992) en el seu estudi sobre l'eficiència en l'ús dels inputs i que es pot deduir del gràfic 2. En el gràfic es pot observar que el fertilitzant N es fa servir de forma més eficient (kg de gra/kg de N) a mesura que s'anava incrementant la producció des del 1945 al 1982. De Wit va concloure que la majoria dels inputs en un determinat sistema agrícola s'utilitzen més eficientment a mesura que augmenten els rendiments, ja que hi ha un efecte sinèrgic entre els mateixos. Això vol dir que haurem d'aproximar-nos a nivells alts de productivitat per obtenir la màxima resposta dels nostres inputs. Si s'intenta seguir aquest principi a nivell d'explotació, apareixen dos dificultats: els canvis imprevisibles en la climatologia (p.e., una sequera després d'haver fertilitzat amb N, el que significa que no s'absorbeix l'adob i que la contamina-

ció posterior podria ser forta) i la variabilitat espacial dels sòls que fa que parts d'una parcel·la puguin rebre uns inputs excessius, quan aquesta es tracta com a una unitat d'explotació i s'aplica un nivell idèntic a tota ella.

Objectiu: manejar els inputs amb major precisió

Els avenços tecnològics dels últims anys ofereixen nombroses opcions per manejar els cultius amb una precisió molt major que en el passat recent, reduint els riscos que té l'ús d'inputs alts en relació amb la degradació de l'entorn. Els avenços en el control integrat de plagues, amb la determinació dels llindars econòmics de danys per sota dels quals no s'ha de tractar, poden reduir notablement l'ús de pesticides sense afectar a la productivitat agrícola. Si a aquests avenços s'hi ajunten les possibilitats que ofereixen el control biològic i l'ús de les noves biotecnologies en la millora genètica de resistència a plagues i malalties, resulta evident que l'agricultor tindrà la possibilitat de reduir dràsticament l'ús de pesticides en el futur, en relació als nivells actuals.

En l'àmbit de la climatologia, els avenços en el coneixement del funcionament de l'atmosfera i de les pautes globals que determinen la meteorologia d'una zona, permeten a certes zones del Planeta fer ja prediccions a mig termini, que són molt útils per modificar tàcticament el maneig dels cultius en cada temporada. A algunes zones d'Austràlia és possible utilitzar el fenomen de la corrent de El Niño i la Oscil·lació del Sud per predir si la pluviositat estacional serà inferior o superior a la mitjana. Això permet als agricultors prendre decisions respecte a la longitud de cycle de la varietat, el nivell de fertilització, etc..., molt útils per incrementar la productivitat sense excedir-se en l'ús d'inputs. La millora i generalització d'aquest tipus de prediccions és vital per augmentar a la vegada l'estabilitat i la productivitat de molts sistemes agrícoles margi-



L'excés d'inputs (fertilitzants, plaguicides, adobs) són el principal problema ambiental de l'agricultura moderna. Això es pot corregir mitjançant les prediccions meteorològiques i els sistemes d'informació geogràfica (GIS) i de posicionament global per satèl·lit (GPS), sistemes que han generat l'anomenada agricultura de precisió.

nals, fets que incrementaran la seva sostenibilitat.

La variabilitat espacial dels sòls dins d'un camp respecte a la profunditat, el nivell de fertilitat, la capacitat de retenció d'aigua, etc... fins fa poc constituïa un problema intractable, al menys des d'un punt de vista pràctic. Els sistemes d'informació geogràfica (GIS) i els sistemes de posicionament global per satèl·lit (GPS) han obert la via per a confeccionar mapes de rendiments i altres paràmetres de cada parcel·la. Aquestes tècniques han generat el sistema que es coneix com a agricultura de precisió, on la maquinària «intel·ligent» aplica taxes variables d'inputs segons les necessitats de cada zona d'un camp. Les decisions sobre on i quan aplicar els inputs es prenen en base a la informació espacial captada i manipulada per les tècniques de GIS i GPS. Ja existeixen aplicacions comercials d'aquests sistemes, amb les quals una collitadora produeix un mapa de rendiments mitjançant pesades successives del rendiment de petites àrees, i aquesta informació és la que serveix de base per programar l'aplicació dels inputs variables de la campanya següent.

Dels fets descrits en l'apartat anterior es podria concloure que ja estem en situació d'arribar als objectius fixats d'alta productivitat amb un risc molt baix de deteriorament ambiental. Però, desgraciadament, la realitat és que la gran majoria dels sistemes agrícoles encara estan lluny de l'adopció generalitzada d'aquests objectius. Als països industrialitzats, la rapidesa en l'adopció de tècniques orientades a la conservació de recursos depèn directament de canvis en la política agrària que, com a mínim a la Unió Europea, encara no s'han produït. N'hi hauria prou amb dirigir les subvencions fins als agricultors que adoptessin una agricultura de conservació, enlloc de continuar subvencionant cegament a tot el sector i incrementar les desigualtats socials que produeixen, en algunes regions de la Unió, les subvencions per superfície.

Les prioritats de l'agricultura sostenible a la Conca Mediterrània

L'agricultura ha estat practicant-se durant mil·lenis a aquesta conca, el que fa evident que les prioritats actuals haurien d'orientar-se cap a la conservació dels recursos. Prenem com a cas els sistemes de cultius herbacis de secà, on el monocultiu de cereal s'ha imposat en moltes zones, abandonant-se les lleguminoses i altres cultius utilitzats en les rotacions. És precís tornar a introduir les rotacions pels avantatges que tenen respecte a l'estabilitat del sistema, però per poder fer-ho ha d'haver-hi opcions econòmicament viables per a l'agricultor. La introducció del tornassol en aquests sistemes fa 25 anys va ser un èxit, encara que ara aquest cultiu es veu amenaçat per l'atac d'una planta paràsita, el «jopo» (*Orobanche cernua*) que podria eliminar-lo si la millora genètica no introdueix resistència a aquest paràsit amb rapidesa. Quines noves opcions existeixen per augmentar la diversitat d'aquestes rotacions?

En tots els sistemes de secà, incloent-hi l'olivar, la prioritat màxima relacionada amb la sostenibilitat hauria de ser la conservació dels sòls. Les tècniques de cultiu de conservació, ja generalitzades en altres sistemes, s'estan introduint amb massa lentitud. Aquestes tècniques deixen suficients residus vegetals a la superfície, protegint els sòls de l'erosió. En el cas de l'olivar, és més difícil protegir el sòl despulat, ja que l'ús de cobertes vegetals suposa, en principi, una competència pels escassos recursos hídrics que necessita l'arbre. Actualment s'assagen cobertes amb sega química a principis de primavera, de manera que només consumeixen aigua quan aquesta existeix en excés durant les pluges hivernals. L'erosió és un problema de llarg termini que visualment és difícil de detectar (excepte en casos extrems) i que l'agricultor tendeix a ignorar en absència d'incentius per conservar el seu sòl. L'erosió agrícola és segurament el problema més greu dels secans mediterranis. Malgrat que es parli molt del tema no sembla que les administracions

estiguin disposades a adoptar polítiques efectives pel seu control. Una altra vegada, la visió a curt termini limita la conservació d'aquest recurs.

El regadiu al Mediterrani és essencial per garantir la seguretat alimentària a la Conca i per la falta de viabilitat de moltes agricultures de secà. Els limitats recursos i l'increment de la demanda hídrica fan que la disponibilitat d'aigua per a rec (actual consumidor de gairebé el 80% del total usat a la Conca) sigui cada vegada més escassa. La sobreexplotació dels aqüífers i la seva contaminació per agroquímics afegeixen encara més problemes als sistemes agrícoles de regadiu. La eficiència en l'ús de l'aigua de rec és baixa i ha d'augmentar-se. És imperatiu millorar el maneig de l'aigua per incrementar la productivitat d'aquest recurs en l'agricultura de rec. Existeixen suficients coneixements i tècniques per que l'aigua de rec s'utilitzi amb molta més precisió que actualment. Lamentablement, tampoc hi ha incentius en moltes zones per que s'adoptin aplicacions que contribueixin a conservar l'aigua de rec.

La investigació, el negoci més rentable

La investigació agrària ha estat el millor negoci del segle pel sector públic. Cada pesseta invertida s'ha multiplicat moltes vegades amb el pas dels anys. Les solucions als tres problemes que s'han mencionat, com les de molts altres, no són susceptibles d'una gran explotació comercial, i per això el sector privat no pot liderar les inversions en aquesta investigació. El sector públic i els seus economistes no dubten en canalitzar milers de milions en subvencions dirigides a mantenir els sistemes agrícoles a curt termini, però escassegen recursos per a una investigació que ha de resoldre els problemes de sostenibilitat del llarg termini. Sembla lògic que un dels requisits indispensables per fer més sostenibles els sistemes agrícoles sigui una inversió, també sostinguda, en investigació i extensió agrària ●

Referències bibliogràfiques

- DeWit, C. T. 1992. Resource use efficiency in agriculture. *Agricultural Systems* 40:125-151.
- Evans, L. T. 1993. *Crop Evolution, Adaptation and Yield*. Cambridge University Press. 500 p.
- Loomis, R. S. i Connor, D. J. 1992. *Crop Ecology: Productivity and management in agricultural systems*. Cambridge University Press. 538 p.
- Monteith J.L. 1996. The quest for balance in crop modeling. *Agronomy Journal*, 88: