

## ELS REPTES TECNOLÒGICS DE L'AGRICULTURA

Dr. Ignasi Romagosa Clariana

Catedràtic de Producció Vegetal . Universitat de Lleida  
Investigador del Centre UdL-IRTA

Palau de la Generalitat

11 de desembre de 2001

## INTRODUCCIÓ

El món occidental dona per suposat el fet que l'agricultura sigui capaç de subministrar aliments a tota la població i ha deixat de valorar positivament la seva activitat. L'agricultura és víctima del seu propi èxit, havent abandonat la posició privilegiada que ocupava tradicionalment temps enrera dins la societat. Avui sentim al·lusions cada cop més freqüents a la contaminació que provoca en l'entorn, a la manca de seguretat dels aliments i a la pèrdua de la biodiversitat, i no pas al paper fonamental de l'agricultura per tal d'abastir d'aliments a tota la humanitat. No obstant això, els avenços tecnològics de les darreres dècades són inqüestionables. En poc més d'un segle s'ha passat de necessitar 400 hores de treball agrícola per cobrir les necessitats d'aliments d'una persona en un any, a tan sols 75 minuts. Igualment, en el darrer mig segle s'ha passat de subministrar aliments a poc més de 2.500 milions de persones a més de sis mil, augmentant i millorant la dieta total, amb uns nivells globals de qualitat i seguretat alimentària com mai havien existit fins ara. Tot i això, s'està estenent, particularment a Europa, la idea de la necessitat de que es renovin a fons els paradigmes productius, tornant a situacions anteriors que, per definició i, en molts casos, sense una anàlisi rigorosa, es consideren superiors.

La població mundial continuarà augmentant un 50%, al mateix temps que paral·lelament s'incrementarà la necessitat d'aliments per habitant i l'exigència de la millora de la seva qualitat. L'agricultura ha de garantir als consumidors l'accés a aliments segurs, econòmics i nutritius, ha d'assegurar la competitivitat econòmica de les explotacions agrícoles, al contribuir al desenvolupament rural integrat, al manteniment de l'entorn, al maneig sostenible dels recursos naturals, possibilitant amb els seus productes la reducció de la fam en totes les regions del món. És a dir, l'agricultura ha de formar part integral d'un desenvolupament globalment sostenible, on la seguretat alimentària (en termes de productivitat i de qualitat) continuï augmentant i que al mateix temps s'incideixi sobre els aspectes socioeconòmics i medi ambientals dels processos productius.

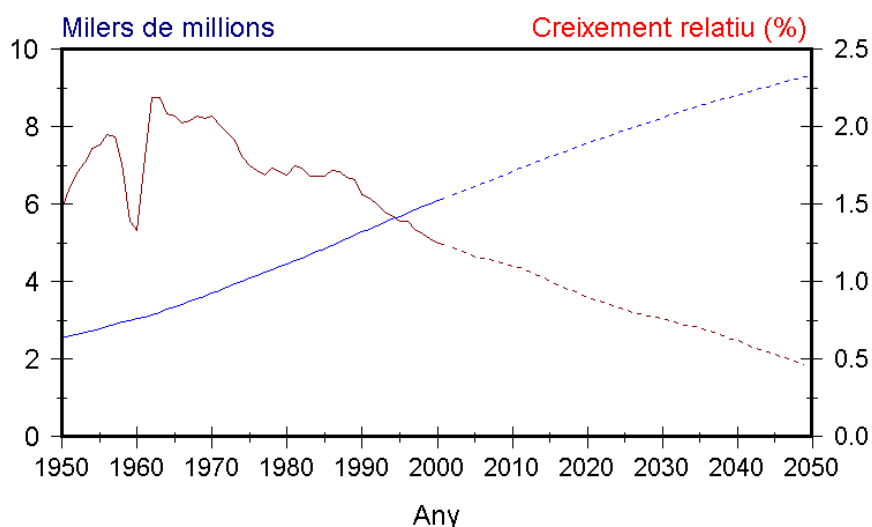
L'objectiu d'aquesta presentació no és realitzar una anàlisi detallada de cada una de les possibles innovacions tecnològiques en el sector agrícola, inabordable en un espai tan limitat. D'altra banda, molts dels reptes tecnològics i socioeconòmics apareixen

recollits en el Llibre Blanc del Sector Agrari<sup>1</sup>, recentment publicat pel Departament d'Agricultura, Ramaderia i Pesca a partir d'una extensa anàlisi sectorial interna i externa. En aquest treball es pretén, en primer lloc, quantificar a nivell global el desafiament alimentari i ambiental de les properes dècades, per tal d'arribar a comprendre la magnitud dels objectius agraris futurs i el que s'ha aconseguit en el passat. A continuació es centrarem en una sèrie d'aspectes, dintre dels molts possibles que destacarem per la seva importància mediàtica i social: el reg, el paper de les noves tecnologies de la informació i dos extrems tecnològics aparentment contraris però potser no completament incompatibles al futur: l'agricultura transgènica i l'ecològica.

## DEMOGRAFIA I AGRICULTURA: EL REpte ALIMENTARI

El creixement anual relatiu de la població mundial ha experimentat un descens continuat des de finals dels anys 60, en que va arribar a un valor màxim del 2,1% anual fins l'1,25% actual (Figura 1). En els anys 60 es va arribar a la xifra de tres mil milions d'habitants i, com a conseqüència dels creixements tan elevats, només van necessitar-se 40 anys més per duplicar aquest nombre fins els sis mil milions actuals. Les prediccions de les Nacions Unides assenyalen que la població mundial no arribarà a estabilitzar-se fins d'aquí unes 5-6 dècades, quan arribarem a un valor proper als nou mil milions d'habitants, un 50% més de la població actual.

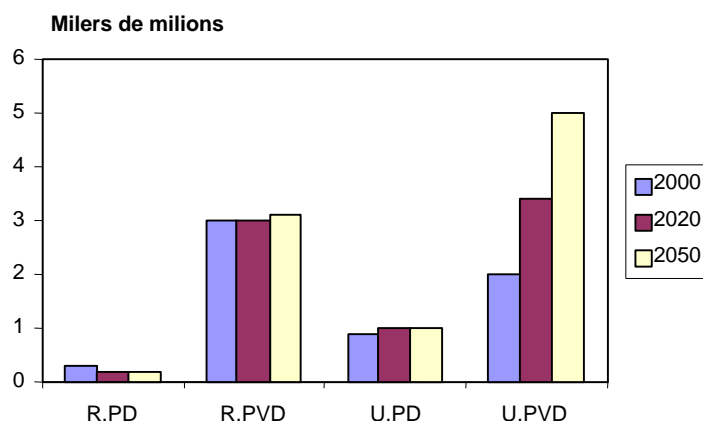
Figura 1. Increment esperat de la població mundial



<sup>1</sup> Peix i Massip, J (dir). 2001. Llibre Blanc del Sector Agrari. DARP. Generalitat de Catalunya.

La proporció més gran d'aquest increment correspondrà a les zones urbanes dels països en vies de desenvolupament (Figura 2<sup>2,3</sup>). Conseqüentment, un nombre constant d'agricultors haurà de fer front a les necessitats alimentàries d'un nombre creixent d'habitants urbans.

Figura 2. Increment de la població rural ( R ) i urbana ( U ) en països desenvolupats (PD) i en vies de desenvolupament (PVD) en els propers 50 anys <sup>1,2</sup>.



Més enllà de la discussió sobre el model agrícola a adoptar, és imprescindible treballar intensament per cobrir l'objectiu d'alimentar correctament tota aquesta població. Aquesta tasca exigeix, en primer lloc, conèixer la dimensió del problema projectant la situació alimentària mundial dels propers anys. La *International Food Policy Research Institute*, un dels 16 centres internacionals repartits per tot el món pertanyent al Grup Consultiu en Investigació Internacional Agrària (CGIAR), està duent a terme una iniciativa denominada 'A 2020 Vision for Food, Agriculture and the Environment Initiative'<sup>4</sup> que es basa en la utilització de models avançats de predicció per projectar l'oferta i demanda d'aliments, així com per determinar l'efecte de les possibles polítiques agrícoles. El responsable d'aquest centre i d'aquesta iniciativa, el professor danès Dr. Per Pinstrup-Andersen acaba de rebre el Premi Internacional de l'Alimentació de l'any 2001, màxim guardó científic-tècnic a escala mundial en l'àmbit agrari.

<sup>2</sup> Bongaarts J. 2001. A World in Flux: Changing Populations Profiles and Needs. Sustainable Food Security for all by 2020. September 4-6, 2001. Bonn, Germany

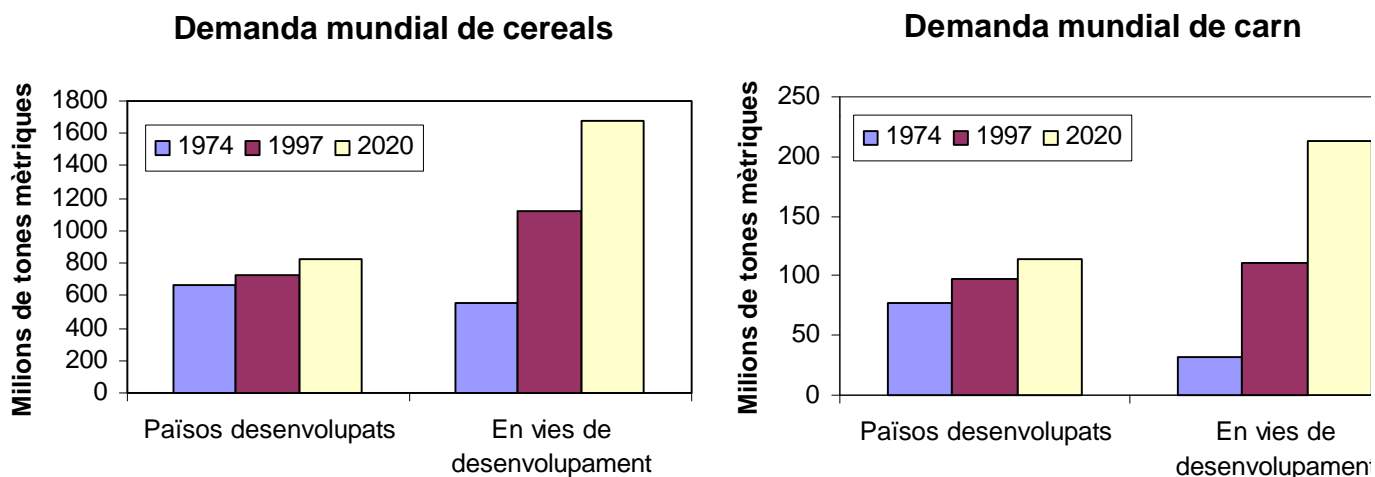
<sup>3</sup> National Academy of Sciences. 1998. Plants and population: is there time?. December 5-6, 1998. Irvine, California.

<sup>4</sup> <http://www.ifpri.cgiar.org/2020/welcome.htm>

Un fet rellevant que afecta al marc temporal de l'Estudi 2020 és que, des del seu origen, es va plantejar a un horitzó de 25 anys, que pràcticament es correspon amb el període productiu màxim d'una generació de tècnics. Per això, els valors que aquí es reflecteixen representen el repte i, alhora, l'objectiu final, dels professionals recentment graduats que inicien els seus treballs en el segle XXI.

En el darrer informe corresponent a l'any 2001 s'estima que la demanda mundial de cereals i de carn augmentarà en un 35 i en un 57% respecte dels nivells actuals. En els propers 20 anys, la demanda més gran es concentrarà en els països en vies de desenvolupament, amb increments del 50% per cereals i del 98% per carn (Figura 3). Els creixements més grans en la demanda de gra es produiran, com és lògic, en les regions mundials més poblades, és a dir, a la Xina i la resta d'Àsia. D'una manera paral·lela a la demanda actual de carn, els increments més grans es donaran en la demanda d'aviram (40 %), porc (31 %), boví (24 %) i oví (5 %).

Figura 3. Increment de la demanda mundial d'aliments en l'any 2020<sup>4</sup>



El IFPRI ha estimat que seran els increments en les produccions agràries per unitat de superfície, més que l'augment de la superfície productiva, els que permetran satisfer aquestes demandes creixents. Tot i les polítiques agràries contradictòries, els Estats Units i la Unió Europea continuaran essent els majors exportadors de cereals, amb valors que seran molt més grans per als primers (exportacions del 5% del mercat mundial) que per als segons (total de exportacions de poc més del 1% mundial).

El IFPRI estima que, per fer front a aquests reptes, els països en vies de desenvolupament haurien de dedicar aproximadament un 3,6% del total de despeses governamentals a una sèrie d'actuacions molt definides. Així, gairebé el 50% dels recursos econòmics s'haurien de destinar a la millora dels recursos hídrics: un 30% a l'augment de la superfície de reg i un 15% a la millora de la qualitat de l'aigua. També un 20% d'aquests recursos haurien de destinar-se a la investigació agrària i a la millora de les comunicacions rurals i, finalment, un 15% a la millora del nivell educatiu. Tot i això, malauradament no s'eradicarà la desnutrició infantil en les regions mundials més desfavorides. Les xifres actuals seguiran reduint-se, però a un ritme excessivament lent i, d'acord a l'escenari més optimista, es mantindran en uns valors inacceptablement alts, ja que continuaran existint més de 100 milions de infants infraalimentats, davant els 166 milions actuals.

## **AGRICULTURA I MEDI AMBIENT: EL REPTE AMBIENTAL**

Per poder satisfer les necessitats creixents de la població a les properes dècades, serà necessari continuar amb la ràpida expansió agrícola iniciada en els anys 60 amb la Revolució Verda. Aquesta ha esdevingut un blanc ferotge de les crítiques ecologistes, particularment pel que fa referència a la utilització continua del monocultiu, la forta erosió genètica, la degradació de sòls, la contaminació ambiental, etc. No obstant això, més enllà d'aquestes crítiques, existeixen unes dades objectives que ningú pot qüestionar<sup>5</sup>.

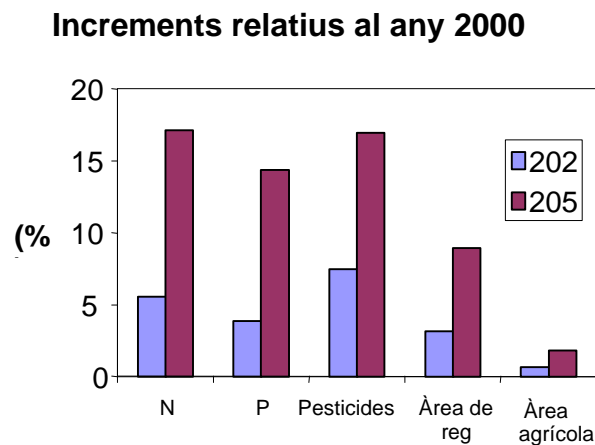
Per exemple, la superfície total de cultiu d'arròs a Àsia ha crescut un 20% en les darreres dècades, mentre que la producció s'ha incrementat un 132%. Tot i l'augment de la població, el consum de calories s'ha incrementat en més del 150% en molts països asiàtics. Si s'haguessin mantingut els rendiments al nivell dels anys 60, la major part dels ecosistemes naturals d'Àsia molt probablement hagueren desaparegut a causa de l'avanç agrícola. Tanmateix, les produccions de blat i de molts altres cultius també s'han duplicat en aquest període.

---

<sup>5</sup> Khush GS. 2001. Green revolution: the way forward. *Nature Reviews | Genetics*. 2:815-821

En un recent estudi<sup>6</sup> s'ha calculat l'increment en l'ús d'insums per aconseguir un augment en la producció d'aliments suficientment important com per cobrir les demandes futures. Aquests resultats apareixen a la Figura 4, en la qual s'indiquen els increments pels anys 2020 i 2050.

Figura 4. Impacte ambiental previsible de l'activitat agrícola necessària en les properes dècades d'acord als principis productius passats<sup>6</sup>



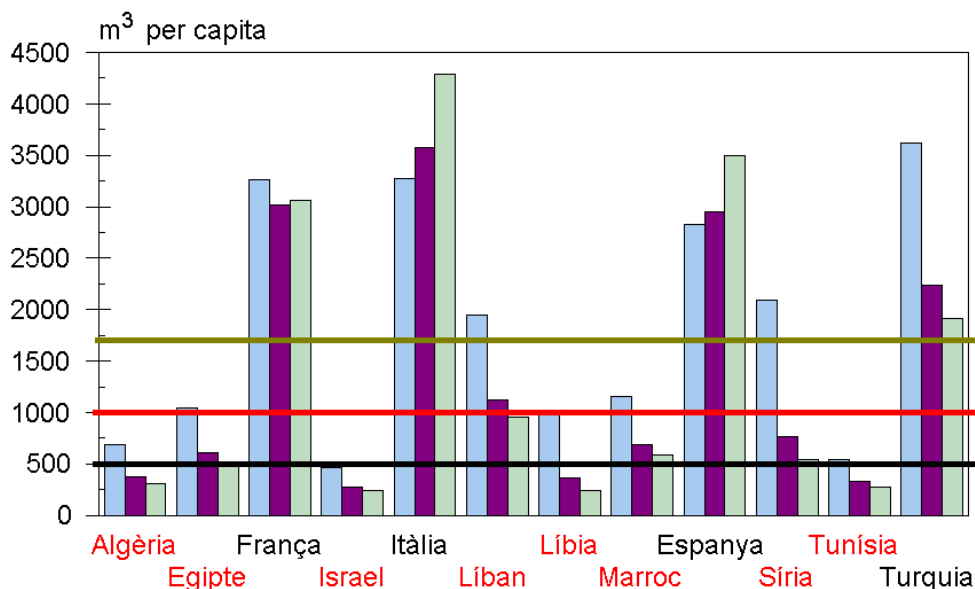
Si es continués amb la mateixa filosofia productiva dels darrers quaranta anys, és a dir, a partir dels principis definits per la Revolució Verda, el consum mitjà de fertilitzants i pesticides s'incrementaria l'any 2020 en més d'un 50% i en més d'un 150% l'any 2050. La superfície agrícola (terres de cultiu i pastures) augmentaria un 23% en els propers 50 anys, la qual cosa correspon a quasi 10<sup>9</sup> ha corresponents a ecosistemes naturals que haurien de convertir-se en sistemes agrícoles. Paral·lelament, l'augment total de la superfície de reg s'aproximaria al 90%, passant dels 280 milions de ha actuals a 367 en el 2020 i fins a 529 milions de ha en l'any 2050. Per reduir aquests importants augments d'insums amb la seva possible repercussió mediambiental, la futura expansió agrícola necessària per cobrir la demanda d'aliments exigeix uns profunds canvis científics, tecnològics i normatius tal de controlar l'impacte ambiental que se'n pugui produir.

<sup>6</sup> Tilman D, J Fargione, B Wolff, C D'Antonio, A Dobson, R Howarth, D Schindler, WH Schlesinger, D Simberloff & D Swackhamer. 2001. Forecasting Agriculturally Driven Global Environmental Change. Science, 292:281-284.

## EL REG I L'AGRICULTURA: SENSE AIGUA NO HI HA PA

L'aigua total disponible per habitant en la conca mediterrània descendirà molt significativament, degut fonamentalment a l'augment de la població. Tots els països de la conca sud del Mediterrani es trobaran l'any 2050 per sota dels 1000 m<sup>3</sup>/habitant i any, la qual cosa constitueix el llindar de dèficit hídric crònic. El fet que la disponibilitat d'aigua per persona en països com Espanya o Itàlia augmenti és conseqüència directa del clar descens demogràfic que ja estem observant en els darrers anys. En aquestes condicions d'escassetat hídrica es fa imprescindible prendre mesures per disminuir les pèrdues d'aquest recurs bàsic, augmentant l'eficiència de l'ús de l'aigua pels cultius, tant en secà, com en regadiu.

Figura 5. Disponibilitat anual d'aigua dolça per habitant en països de la conca Mediterrània en l'any 1990, 2020 i 2050.



UN, Population Division, 1994

En la inauguració del darrer curs acadèmic de l'Acadèmia d'Enginyeria, el president de l'Acadèmia i professor de l'Escola Tècnica Superior d'Enginyers Agrònoms i de Forests de la Universitat de Còrdova, D. Elías Fereres Castiel, va dictar una lliçó magistral<sup>7</sup> amb el títol '*Sin agua no habrá pan. El agua y la alimentación en los inicios del tercer milenio*' el qual em pres en préstec per aquest apartat. En aquesta lliçó

<sup>7</sup> Fereres E. 2000. Sin agua no habrá pan. El agua y la alimentación en los inicios del tercer milenio. Academia de Ingeniería. Madrid. 22 páginas



s'assenyala el desconeixement del paper de l'aigua en l'agricultura per part de la societat urbana . La societat retreu a l'agricultura, sense una anàlisi profunda, que utilitza massa aigua (més del 70% del total), que és ineficient en el seu us (malgasta més del 50% de la que utilitza), que els agricultors no la paguen pràcticament, i que les pràctiques agrícoles associades al reg generen una alta contaminació ambiental. Aquesta mateixa societat no arriba a entendre l'estreta relació existent entre transpiració i síntesi de matèria seca, que exigeixen que per cada quilogram de matèria seca produïda de diferents cultius s'alliberin a l'atmosfera entre 400 i 2000 litres d'aigua. El professor Fereres, a la seva lliçó inaugural, assenyala que, per produir un quilogram de blat sota el supòsit de màxim aprofitament d'aigua de pluja, es consumirien al voltant de 1000 litres d'aigua. No obstant això, si considerem un cultiu en condicions que impliquin pèrdues elevades d'aigua (terrenys en pendent i, per tant, escorrentia, drenatge elevat i alta evaporació), s'utilitzaria més de 10 vegades la quantitat d'aigua abans esmentada. Anàlogament, el mateix és aplicable al cas del regadiu.

Fins i tot sectors suposadament especialitzats no distingeixen entre l'ús i el consum de l'aigua en l'agricultura, particularment de regadiu, distinció que incideix molt directament en el seu maneig. L'aigua que la planta transpira o que directament s'evapora des del sòl constitueix un consum. No obstant això, l'aigua que s'escorre o que es filtra pot recuperar-se dins d'una conca i, per tant, s'ha de considerar un ús. De fet, l'agricultura només consumeix part de l'aigua que utilitza, per la qual cosa a nivell de conca o zona de reg poden existir diferents usos abans que finalment aquesta es perdi. Fereres assenyala com un dels desafiaments tècnics immediats quantificar amb precisió les entrades, sortides i consums en cada conca i zona de reg.

Per tal d'incrementar la productivitat de l'aigua, agrícolament podem incidir en diferents processos: (1) increment de la biomassa total per unitat d'aigua transpirada i repartiment d'aquesta matèria seca en òrgans recol·lectables d'interès econòmic (índex de collita) o canvis de cultius; (2) reducció d'evaporació; (3) reducció de les pèrdues en el sistema de reg. El primer objectiu és manipulable genèticament, tot i que els resultats obtinguts fins aquest moment no són espectaculars pel que fa a la quantitat de matèria seca total produïda per unitat d'aigua transpirada, però sí que ho són en el repartiment d'aquesta matèria seca, és a dir, en l'arquitectura de les plantes. En els altres dos

objectius s'espera, a curt termini, obtenir avanços significatius actuant sobre la tecnologia i el maneig del reg.

## **EL PAPER DE LES NOVES TECNOLOGIES DE LA INFORMACIÓ**

### *L'agricultura de precisió*

L'agricultura de precisió és un concepte modern que suposa el desenvolupament i adopció de nous sistemes de decisió basats en el maneig diferencial de l'explotació agrària d'acord a la microvariabilitat espacial present en el terreny. Per això s'exigeix un alt grau de coneixement agronòmic complementat per informació subministrada per ordinadors, satèl·lits, sensors i altres components electrònics. En aquest tipus d'agricultura es varia automàticament la taxa d'aplicació d'insums tal com laboreig, densitat de sembra, fertilitzants, tractament de males herbes, control de plagues i malalties, reg, etc. d'acord a la variabilitat espacial del terreny. Amb aquestes tecnologies podem ajudar a incrementar la productivitat minimitzant, al mateix temps, els efectes ambientals indesitjables dels imputs utilitzats, que es redueixen d'acord a les característiques específiques del cultiu i de la seva localització. Indubtablement, els agricultors coneixen en termes generals la variabilitat dels seus camps, i dominen raonablement les bones pràctiques agrícoles. Aquesta tecnologia pot aportar les eines necessàries, en forma de maquinària i de programes informàtics de recolzament a la decisió, per utilitzar correctament aquesta variabilitat, particularment en explotacions de mesures mitjanes a grans.

L'equipament bàsic de l'agricultura de precisió és un sistema GPS (*global positioning system*), tecnologia d'ús militar en els seus inicis, que envia a un ordinador la seva localització espacial. El sistema GPS està adaptat a un equip que registra en temps real el rendiment recol·lectat, i també a diferent maquinària amb capacitat de canviar la taxa d'aplicació d'insums. El nucli lògic és un sistema d'informació geogràfica (SIG) que emmagatzema tota la informació agroecològica associada a la seva localització espacial. El SIG conté tota la informació de l'explotació en diferents nivells interrelacionats o capes de mapes superposats, per l'estudi quantitatiu integrat. Entre aquests nivells, es pot obtenir tota la informació rellevant com, per exemple, (1) topografia, (2) tipus de

sòls, (3) drenatge, (4) fertilitat, (5) reg, (6) densitat de sembra, (7) incidència de plagues i malalties, (8) aplicació d'agroquímics i (9) rendiment. Estudiant les relacions entre els nivells d'informació es poden arribar a determinar les possibles causes que determinen un rendiment donat, permetent la presa de decisió tècnica correcta.

Una idea del grau d'extensió d'aquesta tecnologia és el nombre de monitors de rendiment instal·lats<sup>8</sup> en recol·lectores. Mentre que a EEUU hi ha més de 30.000 i el 20% de la superfície total de panís i soja es recol·lecta utilitzant aquesta tecnologia, a tota la Unió Europea només hi ha uns 1.200, 400 dels quals estan funcionant tant al Regne Unit com a Dinamarca. El seu ús està fonamentalment restringit a explotacions mitjanes o grans, per la qual cosa la seva utilització en el nostre país tindrà una extensió limitada. Als EEUU la seva utilització es dóna fonamentalment en finques de més de 500 ha. Actualment, es considera que el límit de la seva viabilitat econòmica a mitjà termini en explotacions europees es troba en les 75 – 100 has. Indubtablement aquest tipus d'agricultura es veurà clarament beneficiada per la disponibilitat de nous tipus de maquinària d'electrònica avançada, com sensors òptics que permetin reconèixer les males herbes del cultiu, o sensors remots que puguin arribar a identificar tant les infestacions de males herbes o de plagues i malalties, com el grau de desenvolupament dels cultius. Els treballs que es desenvolupen en aquest àmbit presenten un alt interès potencial per a tot tipus d'explotacions. Més enllà de l'equipament electrònic i informàtic, la viabilitat econòmica d'aquesta tecnologia ve determinada per la capacitat de diagnosticar correctament la variabilitat espacial en els rendiments (plagues, malalties, males herbes, problemes de drenatge, de fertilitat, etc.) prenent les decisions agronòmiques adients. La seva rendibilitat depèn tant de l'explotació com del tipus de cultiu. En general, són més interessants en la mesura que el tamany de l'explotació incrementi, que el valor del producte final sigui més elevat, i en tant s'utilitzin d'una manera integrada diferents inputs.

Tot i que aquesta tecnologia està molt poc estesa a l'agricultura catalana, el seu equivalent a la ramaderia és relativament freqüent. L'ús de microxips, particularment en vacu de llet, serveix per proporcionar en temps real la producció de cada cap de bestiar,

---

<sup>8</sup> [www.purdue.edu/ssmc](http://www.purdue.edu/ssmc)

permetent l'ajust particular de la dieta en funció de les necessitats i productions individuals.

### L'INTERNET en el món agrari

En l'actualitat existeixen un alt nombre de servidors informàtics que donen servei al món agrari i que permeten multiplicar i millorar l'accès a tot tipus d'informació. La taxa d'ús d'aquesta tecnologia en el sector agrari català és encara molt reduïda, però a mesura que la comunicació en les zones rural millori (una de les recomanacions del Llibre Blanc abans esmentat) anirà creixent. De fet, el seu potencial és espectacular. A EEUU el creixement d'explotacions agràries amb accés a la xarxa ha estat vertiginós.<sup>9</sup> Actualment, aquest valor és del 43%, comparat amb el 29% l'any 1999 i el 12% l'any 1997. El percentatge d'explotacions que utilitzen ordinadors en la seva gestió és superior al 50%, mentre que el 1997 era del 30%.

La informació disponible en la xarxa i d'utilitat pel sector agrari pot classificar-se en tres grans grups: (1) Formació continuada; (2) Extensió agrària; i (3) Comercialització de productes. La documentació existent de tot tipus de cursos a Internet és amplíssima, creixent a ritmes exponencials. Són moltes les universitats de tot el món que comparteixen els seus recursos audiovisuals. De fet, el major problema existent és la necessitat de filtrar tanta informació. És necessari que els centres d'ensenyament de tots els nivells assumeixin la necessitat de proporcionar formació a través de la xarxa. A curt termini l'àrea d'impacte d'Internet a l'agricultura es donarà en els serveis que subministrin extensió i informació als agricultors. Entre aquests serveis podem esmentar l'existència de xarxes climàtiques automatitzades, recomanacions sobre varietats, tècniques de conreus, us d'herbicides i altres productes, avisos fitosanitaris, preus i mercats, etc. Part d'aquesta informació pot trametre's mitjançant correu electrònic i, particularment, missatgeria per telèfon mòbil. Un exemple paradigmàtic d'aquest últim cas el constituïrien els avisos de glaçades primaverals en zones de risc. A l'agricultura espanyola la compra per Internet encara no està molt estesa, però és una de les àrees de major creixement potencial i de fet, moltes cooperatives, sindicats i empreses agràries

---

<sup>9</sup> Zazueta P. 2001. Tecnologías de información en Agricultura. En 'Las Nuevas Tecnologías hacia la Agricultura Sostenible'. Instituto Técnico Agronómico Provincial. Diputación de Albacete. 6 a 8 de noviembre de 2001

s'han iniciat, particularment pel sector rural que té un accés restringit a equipaments comercials.

L'estratègia que segueixen actualment diferents serveis d'extensió espanyols és contradictòria, en tant que el número reduït d'explotacions amb accés informàtic no justifica un esforç econòmic important d'actualització de continguts. Però, d'altra banda, és necessari mantenir una certa presència activa que permeti donar a conèixer les seves activitats.

## **LA MANIPULACIÓ GENÈTICA: DE LA DOMESTICACIÓ A LA INDÚSTRIALIZACIÓ DE LA BIOLOGIA**

El professor Sánchez-Monge, millorador de plantes, membre de la Reial Acadèmica de Ciències i Premi d'Investigació Torres Quevedo de l'any 1992, reivindica activament pel als milloradors de plantes el terme de manipuladors genètics, fugint de l'accepció negativa que avui se li vol donar a aquesta expressió. La sembra i recol·lecció de les primeres parcel·les de cereals, una de les primeres activitats de manipulació genètica que va realitzar l'home, va permetre el desenvolupament de la societat tal i com l'entendem actualment. L'Agricultura i la Ramaderia van alliberar l'home de la necessitat continua de cercar aliments permetent-li dedicar el seu temps a tasques culturalment més enriquidores. Dos milions d'anys van ser necessaris per convertir l'home en *Homo sapiens* i només uns pocs mil·lenis per poder començar a entendre i dominar el planeta Terra. Aquests períodes marquen la diferència existent entre la taxa d'evolució biològica i la cultural.

A finals del segle XVII i començaments del XVIII es comença a professionalitzar l'agricultura, en particular la Millora Vegetal. En el segle XVII es produeix la primera espècie cultivada creada per l'home, *Fragaria x ananassa*, el maduixot. Durant el mateix segle van arribar a França dues espècies diferents d'origen americà, *F. virginiana* y *F. chilensis*. Com que les úniques plantes procedents de Xile eren pistil·lades, es van creuar amb pol·len de *virginiana*, originària de Canadà. Duchesne, en els jardins reials de París, va obtenir d'aquesta manera el primer cultiu modern de maduixot que va batejar com Ananas, donant origen a l'espècie esmentada abans.

L'inici de la Millora comercial, que coincideix amb l'obtenció, utilització de noms específics i comercialització de cultivars, té el seu origen en la casa francesa Vilmorin, fundada el 1727 i que un quart de mil·lenni més tard, encara existeix com a marca comercial. Amb l'excepció de l'obtenció de varietats híbrides, tots els mètodes bàsics utilitzats actualment tenen el seu origen en èpoques premendelianes. En la segona meitat del segle XIX, Rimpau a Alemanya havia obtingut el primer triticale, una altra espècie àmpliament cultivada artificial.

Un cop establerts els principis bàsics de la Genètica, la Millora abandona la seva naturalesa exclusivament empírica. Com a conseqüència es produeix un avanç espectacular, obtenint-se uns increments en les produccions molt significatius. L'impacte de la Millora Vegetal en els darrers 50 anys ha estat molt gran i relativament fàcil de quantificar<sup>10</sup>. En aquests darrers anys, la producció vegetal a Estats Units ha augmentat per unitat de superfície des d'un 50% en civada fins un 300% en blat de moro i sorgo, havent-se doblat la producció de cultius tan importants com blat, arròs, soja i patata. Aquests augments s'han aconseguit per la conjunció de millors varietats i millors tècniques de cultiu. Globalment es considera que la manipulació genètica ha contribuït en un 50% als elevats increments de rendiments dels darrers anys.

En l'actualitat, la Millora Genètica es troba en una fase de transició en la qual els mètodes tradicionals seguiran representant el nucli central de les seves activitats. No obstant això, els avenços cel·lulars, moleculars i informàtics potencialment aplicables són espectaculars. S'anomenen organismes transgènics, incorrectament dits *genèticament manipulats* (en tant que qualsevol producte agrícola ho és), a aquells als que se'ls hi ha introduït un gen mitjançant tècniques d'enginyeria genètica i no mitjançant cap de les tècniques convencionals de la Millora clàssica. Objectivament, la seva novetat es troba en la capacitat de saltar-se la barrera sexual, al permetre l'intercanvi d'informació genètica entre espècies tan distants com una bactèria i una planta.

No és el primer cop en la història de la humanitat que es creen espècies noves, així com tampoc és la primera vegada que s'actua directament sobre els gens. Des de mitjans del

---

<sup>10</sup> Fehr, W.R. (ed.) 1984. Genetic Contribution to Yield Gains of Five Major Crop Plants. American Society of Agronomy. Madison.

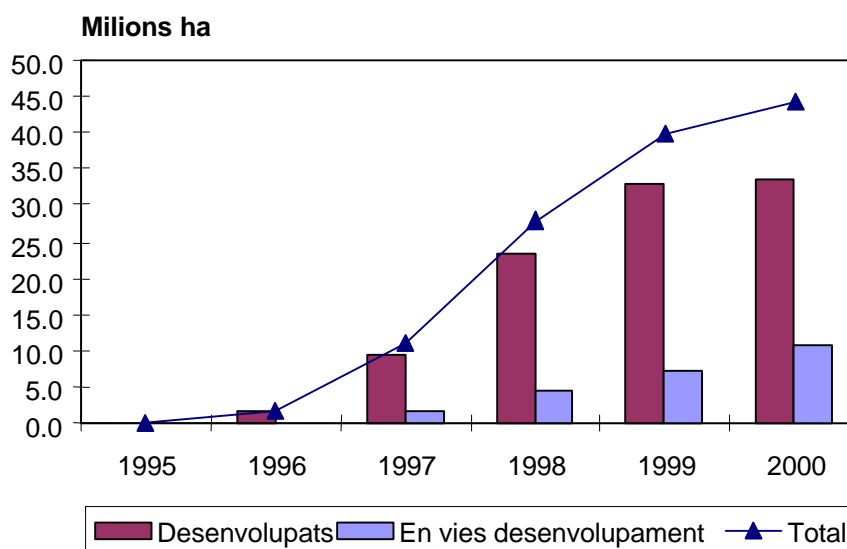
segle passat la mutació s'ha vingut utilitzant amb èxit en la millora de les plantes i un elevat nombre de varietats comercials són la conseqüència directa d'un procés de mutagènesi artificial altament incontrolada, mitjançant agents mutagènics físics o químics. Per una altra banda, la enginyeria genètica representa la capacitat de traslladar informació genètica d'un organisme a un segon imitant i controlant processos biològics que naturalment també es donen. No obstant això, la reacció pública es limita fonamentalment als organismes transgènics, existint un debat social molt intens sobre els possibles riscos d'aquests nous mètodes moleculars.

La importància de l'agricultura transgènica a escala global és innegable, havent-se superat els 40 milions de ha<sup>11</sup> el passat any (Figura 6), més de 12 vegades la superfície de Catalunya i aproximadament el 80% de la superfície total espanyola. En l'actualitat, les varietats transgèniques suposen el 36% del cultiu mundial de soja, el 16 % de la superfície de cotó, el 11 % de colza lliure d'àcid erucic ('canola') i el 7% de blat de moro. Tres quartes parts de la superfície total es troba en països desenvolupats, particularment Estats Units (68%) i Canadà (7%). Argentina (23%) i la Xina (1%) són els països en vies de desenvolupament amb una major extensió de cultiu. Espanya és el país de la Unió Europea amb una més gran extensió de cultiu, tot i que els valors són insignificants (20.000 ha, 0,05% del cultiu mundial de transgènics). A la Unió Europea s'ha cultivat molt marginalment blat de moro transgènic a Alemanya, França i Portugal, degut principalment a la moratòria de facto existent. A la resta del món es cultiven petites superfícies de soja, blat de moro o cotó en altres sis països: Austràlia, Bulgària, Mèxic, Sudàfrica, Ucraïna i Uruguai.

---

<sup>11</sup> James, C. 2000. Global Status of Commercialized Transgenic Crops: 2000. ISAAA Briefs No. 21. Preview. International Service for the Acquisition of Agri-biotech Applications. Ithaca, NY

Figura 6. Evolució de la superfície mundial de cultius transgènics en països desenvolupats i en països en vies de desenvolupament.



En Millora Vegetal s'esmenta molt freqüentment la següent frase de Jonathan Swift (1667-1745) en 'Els viatges de Gulliver': "Aquell que pugui fer que creixin dues panotxes de panís o dues fulles d'herba on abans només hi creixia una, mereix més agrament de la humanitat i haver realitzat un millor servei al seu país que tots els polítics junts". Aquest ha estat tradicionalment el paper de la de l'agricultura en general i de la millora en particular. En pocs anys hem passat d'un reconeixement generalitzat a un rebuig creixent, fomentat pel desconeixement del gran públic i els mitjans de comunicació de les tasques que la manipulació genètica realitza i malauradament encoratjat per la manca d'un debat científic seriós.

En el debat públic sobre les varietats transgèniques s'han de distingir els conceptes eminentment biològics dels socioeconòmics, particularment d'aquells que no són exclusius d'aquests nous materials. No té sentit desqualificar globalment una tecnologia, sinó que hauríem de analitzar en cada cas quins són els possibles riscos i beneficis de la seva aplicació. Mai a la història de la manipulació genètica s'havien pres tantes precaucions i probablement alguns dels productes habituals procedents de l'agricultura tradicional i que considerem plenament segurs i naturals no superarien les barreres que ens hem imposat en l'aprovació de les varietats transgèniques. El risc zero no existeix en la innovació, però aquest risc ha de ser avaluat a la llum dels



coneixements actuals i dels beneficis que aquesta pugui aportar. L'exemple tradicional del passat immediat és l'automòbil, l'aviació o la telefonia mòbil en el present. Tots hem menjat, conscient o inconscientment, aliments preparats a partir de materials transgènics tant a Europa, com particularment a EEUU, sense que s'hagi documentat cap incidència real al respecte.

Els organismes transgènics no es una tecnologia que els països del Nord vulguin imposar al Sud. De fet, EEUU és amb diferència el país on més s'ha estès. No obstant això, no és una tecnologia particularment costosa i, per exemple, la Xina ha anunciat que en deu anys el 50% de la seva superfície estarà ocupada per varietats transgèniques.

Probablement, són els possibles riscos mediambientals l'aspecte on cal ser més prudent, tant pel que fa a la transferència de gens no desitjats a poblacions naturals, com a la inducció de resistències a plagues i malalties degudes a l'ús indiscriminat de nous gens. Una utilització responsable de la tecnologia i una anàlisi crítica i independent cas a cas pot limitar enormement els potencials riscos ambientals.

Un apartat especial és d'aquests nous materials es el problema de la propietat industrial i de la dependència tecnològica que poden arribar a crear. Això tampoc és nou, en tant que, per exemple, el cultivador de blat de moro o tomàquet híbrid depèn completament del proveïdor de llavor per assegurar-se'n el cultiu. Si és necessari en canvi, i així s'ha recollit en la darrera conferència general de la FAO, cal assegurar-se que l'agricultor rebi un reconeixement per la manipulació genètica històrica (drets de l'agricultor), recollida als bancs de germoplasma, que representi un contrapunt als drets de propietat intel·lectual (drets de l'obtenidor i patents), molt més definits en l'actualitat.

El futur de l'agricultura transgènica a Europa<sup>12</sup> a curt termini no és gaire falaguer. Això és degut a un clar entorn desfavorable: contaminació de la sang a França, dioxines a Bèlgica, vaques boges, etc. i la manca de confiança en els controls públics existents resultant. Els científics no han participat suficientment en el debat, tot i tractar-se d'un tema candent en els mitjans de comunicació i, per tant, conflictiu pels governs europeus i el conjunt es veu agreujat per la manca de comprensió de l'opinió pública sobre

---

<sup>12</sup> Informació oficial de la Comissió Europea sobre organismes transgènics: [http://europa.eu.int/comm/food/fs/gmo/gmo\\_index\\_en.html](http://europa.eu.int/comm/food/fs/gmo/gmo_index_en.html)

l'agricultura actual. La tradicional està altament valorada, mentre que l'agricultura moderna és percebuda negativament.

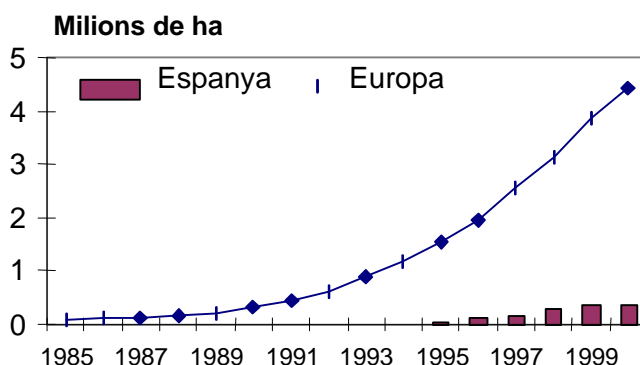
Quin és el futur de l'agricultura transgènica a Europa? És una opinió transitòria o irreversible?. D'acord amb l'editorial de la revista *Science* del 19 de juliol de 1999, el no cultiu de varietats transgèniques seria una tragèdia a la llum de les necessitats del planeta per les grans avantatges que poden aportar. Tot i la situació actual de l'opinió pública, seria més correcte plantejar la pregunta en termes de quan s'estendran a Europa, més que no preguntar-se pel fet en si mateix. A mig i llarg termini no hi ha cap dubte que aquesta tecnologia acabarà imposant-se, encara que pugui coexistir amb altres tipus més tradicionals.

Com s'ha d'incidir i transmetre la veritat a l'opinió pública? Les institucions públiques han de realitzar una anàlisi objectiva de riscos, garantint-ne la independència, la transparència i el rigor. S'ha d'oferir, mitjançant un etiquetatge clar, la llibertat d'elecció al consumidor, tot definint una agricultura dins d'un context clarament europeu. Segurament la segona generació de varietats transgèniques aportarà beneficis més clarament identificables per part de l'opinió pública. En aquest aspecte, el paper de la investigació pública pot i ha d'aportar mecanismes objectius de regulació i control públic, amb un sistema descentralitzat d'innovació i contrapès a les grans empreses multinacionals.

## **L'AGRICULTURA ORGÀNICA: UNA FILOSOFIA PRODUCTIVA I UNA OPORTUNITAT DE MERCAT.**

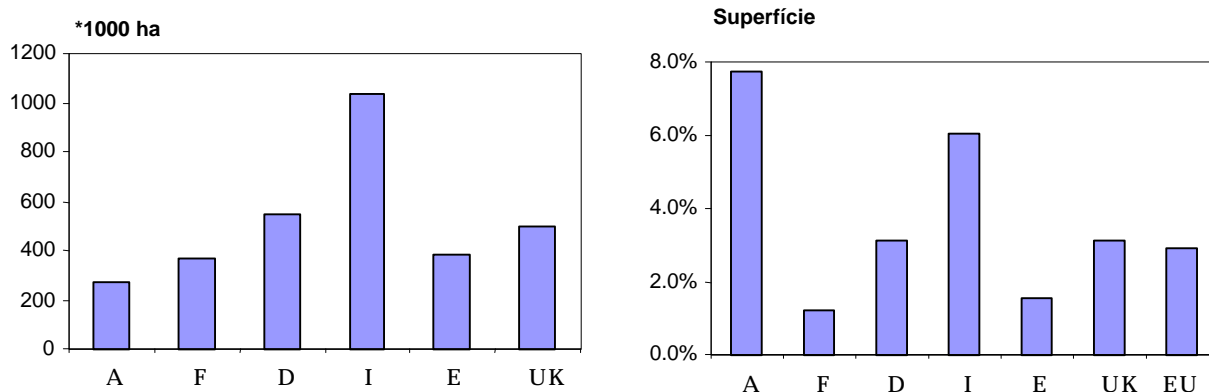
L'agricultura ecològica, també coneguda com a orgànica, està creixent de manera espectacular a tots els països d'Europa des de finals dels anys 80. Actualment representa més de 4 milions d'ha (superior a la superfície total de Catalunya), de les quals més de 300.000 ha corresponen a Espanya, essent Extremadura, Andalusia i Castella-Lleó les comunitats més importants. A la següent figura (Figura 7) s'observa que hi ha un clar endarreriment entre la situació espanyola i l'europea, que es pot xifrar en uns 10 anys, i amb uns creixements potencials molt importants.

Figura 7. Desenvolupament de l'agricultura orgànica o ecològica a Europa



L'olivera representa pràcticament el 50% dels cultius orgànics espanyols, seguida pels cereals i els fruits secs amb superfícies superiors al 20 i al 10%. Tot i que els números són certament significatius, encara representa una quota de mercat molt reduïda, de l'ordre del 1,5% en superfície, per davall de la mitjana europea i lluny del més del 3% alemany i britànic i, especialment, del quasi 8% de la superfície total agrícola austríaca.

Figura 8. Situació actual de l'agricultura orgànica europea. Superfície total i percentatge de la superfície total agrícola



D'acord amb una conferència recent de la FAO<sup>13</sup>, el valor total de la venda d'aliments orgànics és superior a 20 mil milions de dòlars, essent els països més importants EEUU, Alemanya i el Regne Unit. Aquests valors no són significativament inferiors als dels productes de l'agricultura transgènica, que suposen més de deu vegades la seva superfície. Globalment representa en la majoria dels països al voltant del 2% de les

<sup>13</sup> [www.fao.org/organicag/horticonf2001-s.htm](http://www.fao.org/organicag/horticonf2001-s.htm)

vendes totals d'aliments. El valor de les vendes ha augmentat en la major part dels mercats en un percentatge anual superior al 20%, arribant en el cas d'Itàlia a un creixement del 85% en només tres anys.

Es preveu que el consum de productes orgànics continuarà creixent a aquest ritme en la major part de les economies occidentals, els productors interns de les quals no podran satisfer tota la demanda, per la qual cosa podran haber-hi importants oportunitats econòmiques. Més enllà de la filosofia productiva que va suposar la seva introducció en els primers anys, actualment representa una oportunitat de mercat que no es pot ignorar.

El desenvolupament d'aquest sector presenta uns condicionants tecnològics, normatius i econòmics (particularment en l'àmbit de la comercialització) molt importants, que només ara comencen a desenvolupar-se. En tractar-se d'un mercat jove i relativament petit, les decisions productives s'han de prendre amb molta cura. També és important que s'harmonitzin tant els estàndards nacionals com els sistemes de certificació.

Les condicions productives espanyoles són particularment idònies per al desenvolupament d'una agricultura ecològica. La major part de les produccions extensives de cereals, fruits secs i olivera del nostre país són quasi ecològiques, per la qual cosa les seves possibilitats de desenvolupament al nostre país són molt altes.

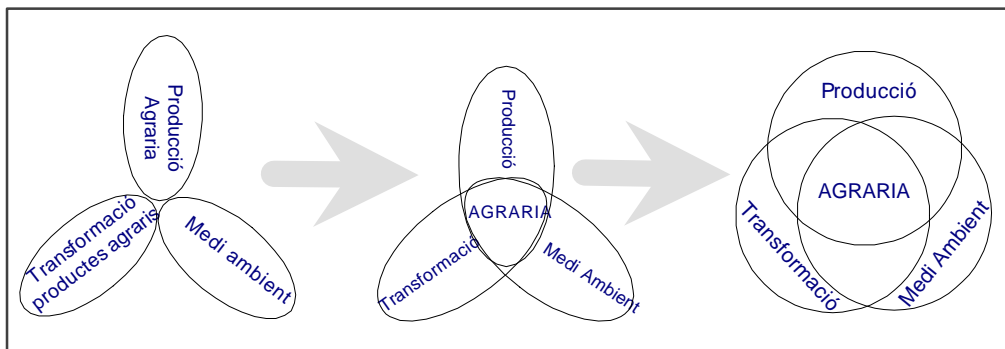
És important que es concentrin esforços tecnològics per tal de permetre l'avanç de l'agricultura ecològica. En països com ara Alemanya un elevat percentatge (proper al 20%) dels recursos totals que es destinen a la investigació agrària van a aquest camp. No obstant això, s'ha de fugir de la utopia de creure que l'agricultura orgànica pot arribar a satisfer les necessitats d'aliments a escala global.

## **CONCLUSIONS**

L'agricultura actual es troba en una cruïlla en la qual coexisteixen polítiques contradictòries que haurien de definir les bases de l'activitat agrícola actual i futura. La necessitat de conservar el medi ambient per a les generacions futures, juntament amb uns condicionats econòmics globals importants, ens estan adreçant cap a una agricultura més integrada, en la que el rendiment "per se" no serà l'únic objectiu. En l'actualitat

estem igualment preocupats per l'erosió i degradació del sòl, per l'excés de consum d'aigua, de fertilitzants i pesticides, pels residus generats en les explotacions agràries i agroindustrials, per la pèrdua de biodiversitat, etc. D'altra banda, en el passat no hi ha hagut una relació estreta entre la producció de matèries primeres agrícoles i la seva posterior transformació. Actualment, aquests processos es van integrant entre sí i amb la conservació mediambiental. Aquesta integració es pretén reflectir en l'esquema següent (Figura 9), on s'hi fa palès el canvi d'actitud actual i la direcció vers on es dirigeix l'activitat agrària en els propers anys.

Figura 9 . Procés natural d'integració de les activitats agràries en els darrers anys.



En el pròleg del llibre clàssic de fertilització, recomanat en la major part dels centres universitaris agraris, 'Adobs. Guia pràctica de la fertilització', escrit per André Gros el 1957, apareix el següent paràgraf, que en el context de l'agricultura transgènica continua estant en plena vigència:

*'Seria innecessari recordar aquesta evidència (la necessitat de produir aliments) si l'opinió pública no estigués constantment inquietada per la informació de certes persones o grups, que amb bona voluntat, sense dubte, però molt mal informats, ataquen els adobs utilitzant arguments d'ordre romàntic, filosòfic i fins i tot místic, sense reparar en les desastroses conseqüències de la seva actitud.*

*En una humanitat amenaçada per la fam, utilitzar bé els adobs, obtenir d'ells tot el que són capaços de rendir, és servir a l'interès general'.*

Ens dirigim inexorablement cap a una humanitat de nou mil milions de persones en un

termini de 50 anys. Dins d'aquest context, tots els recursos tecnològics disponibles han de ser utilitzats de manera responsable per a la millora de la productivitat i en conservació del nostre entorn.