

El desenvolupament de la productivitat agrícola*

per B. H. Slicher van Bath

Els aspectes tècnics del desenvolupament de la maquinària i els instruments agrícoles han rebut una atenció més gran per part dels investigadors que les circumstàncies econòmiques i socials en les quals aquest desenvolupament tècnic ha tingut lloc. En el capítol I del treball present examinaré els invents de màquines i nous ormeigs, així com les aplicacions a què aquests invents han donat lloc. En el capítol II només en tractaré de passada alguns aspectes tècnics, puix que la tècnica no esdevé l'aspecte essencial d'aquesta exposició. El capítol III s'ocuparà, amb més detall, dels problemes econòmics i, finalment, en el capítol IV, analitzaré els diversos mètodes que hom utilitza per a calcular la productivitat agrícola.¹

I. ELS INVENTS I LLUR APLICACIÓ

S'hi tractaran els temes següents:

- a) La diferència entre l'invent i la seva aplicació.
- b) El desfasament temporal entre l'invent i la seva aplicació.
- c) Les formes de divulgació.
- d) Les condicions que l'aplicació de qualsevol invent comporta.

* Conferència pronunciada en el CIMA (Congressus Internationalis Musaeorum Agriculturae), a Liblice (Txecoslovàquia), l'octubre del 1966, més tard multicopiada a AMA («Acta Musaeorum Agriculturae», 1962, 1,2, ps. 45-54. La versió present ha estat extreta del text publicat a «A. A. G. Bijdragen», núm. 14 (1967), ps. 72-90, amb l'amable autorització de l'autor.

1. Per a bibliografia i dades quantitatives, cf. B. H. SLICHER VAN BATH, «The influence of economic conditions on the development of agricultural tools and machines in history», a J. L. MEY (ed.): *Mechanization in agriculture* (1960), ps. 1-36. També, B. H. SLICHER VAN BATH, *The Agrarian history of Western Europe A. D. 500-1850* (Londres 1963), ps. 62-65, 69-72, 183-189, 299-310 (n'hi ha una traducció castellana d'Ediciones Península, Barcelona 1974). Cf. algunes dades sobre l'època romana a K. D. WHITE, *The production of labour in Roman agriculture*, «Antiquity», vol. xxxix, núm. 154 (1965), ps. 102-107.

a) *La diferència entre l'invent i la seva aplicació.*

En la història de la tècnica és particularment important el moment en què un invent té lloc. Les dates dels grans invents són com fites al llarg del camí que la tècnica ha recorregut. Tanmateix, del punt de vista econòmic, el moment de l'invent no és tan important com el període o l'època que l'invent en qüestió ha estat aplicat a gran escala. En anglès, els conceptes d'invent i d'aplicació de l'invent queden definits pels mots «invent» i «innovació». Els economistes, com ara J. Schumpeter, donen al terme «innovació» un significat força més vast que el que hom li dona aquí.

Es pot establir perfectament una relació cronològica d'invents, però, pel que fa a llur aplicació, el problema es complica, atès que la noció d'«aplicació a gran escala» és bastant vaga. En aquest sentit, sempre són possibles diverses opinions, sobretot quan considerem períodes històrics dels quals no tenim dades estadístiques.

b) *El desfasament temporal entre l'invent i la seva aplicació*

Sempre hi haurà un cert desfasament entre l'aparició d'un invent i el moment en què és aplicat d'una manera efectiva. A causa dels mitjans de comunicació, de difusió i de transport moderns, l'amplitud del «desfasament» serà més petita ara que en èpoques anteriors. Això ho il·lustrarem a continuació amb uns quants exemples.

El molí d'aigua per a moldre el blat sorgeix per primera vegada a Arle (Provença) l'any 310 d. C. Tanmateix, hom no el troba a les Illes Britàniques fins quatre segles més tard; al segle XII arribà a Escandinàvia i, a l'entorn de l'any 1200, a Islàndia. Foren necessaris nou-cents anys perquè passés d'Arle a Islàndia. Això no obstant, de vegades la divulgació d'un invent es pot realitzar més ràpidament; aquest és, per exemple, el cas d'Anglaterra, on el 1086 —és a dir, tres-cents anys després de llur primera aparició— ja existien cinc mil sistemes de molins d'aigua.

Al segle XIX la introducció de les noves màquines és molt més ràpida. Així, el 1845 a Anglaterra hom fabrica ginys per a dessecar, que importa i copia als Països Baixos des dels anys 1850-1851, això és, només sis després. La segadora McCormick, inventada el 1834, esdevingué un èxit a l'exposició universal de Londres del 1851. Als Països Baixos, la primera McCormick, seguida ben aviat per altres models, s'introduí el 1856 amb un retard, en aquest cas, de vint-i-dos anys.

Amb tot, àdhuc als segles XIX i XX, l'extensió de la innovació es pot realitzar d'una manera més lenta, com succeí en el cas de la segadora-batedora. Ja entre el 1828 i el 1836 hom sollicita, als Estats Units, patents d'inversió per aquesta màquina; tanmateix, no en comença l'aplicació pràctica fins, aproximadament, el 1860, i només a l'extrem oest de la república. Calgué que hom esperés gairebé fins el 1914 perquè fos emprada fora de Califòrnia, a causa, sobretot, de la manca de mà d'obra. Finalment, el 1928 fou introduïda a la Gran Bretanya i, després de la Segona Guerra Mundial, als Països Baixos —noranta anys més tard d'haver estat utilitzada, per primera vegada, a Califòrnia—. A causa de la

seva estructura, aquest tipus de màquina no podia ser emprat més que per les grans empreses adaptades completament al conreu de cereals. I això era el que n'obstaculitzava l'aplicació en un país on, com als Països Baixos, les empreses eren sovint molt més petites que les americanes i els conreus, molt diversos.

c) *Les formes de divulgació*

Al segle XIX la propagació dels nous invents es realitzava de diverses maneres: mitjançant els diaris, les publicacions agrícoles, les exposicions, els mestres d'agricultura, els agrònoms, els anuncis i la propaganda dels comerciants de maquinària, així com per l'exemple d'agricultors sogaços, etc. La situació que existia abans del segle passat és difícil de reconstruir.

El fet és que, d'ençà del segle XVI, comencen a aparèixer nombroses publicacions agrícoles, encara que no sabem quantes n'arribaven als camperols.

No podem il·lustrar les formes de divulgació partint de màquines i ormeigs ja en ús, sinó més aviat observant la manera en què l'«English New Husbandry» penetrà a França. En efecte, la penetració començà per la via Calais-París. L'extensió lateral al llarg d'aquest camí cap al nord-est es realitzà en trenta anys a una velocitat mitjana de 2 km anuals. Allò que crida l'atenció del cas és que la «New Husbandry» es basava en mètodes que a la veïna Flandes s'empraven des de feia cinc o sis centúries. La frontera lingüística entre el flamenc i el francès sembla que esdevenia un obstacle tan gros, que els mètodes agrícoles flamencs hagueren de penetrar al nord de França per mitjà d'Anglaterra. La qual cosa evidència que, si per una banda les grans vies internacionals afavorien la penetració dels nous mètodes, per l'altra les fronteres polítiques i culturals podien convertir-se en barreres infranquejables.

d) *Les condicions que l'aplicació de qualsevol invent comporta*

Certs invents perden llur vigència a causa de les modificacions produïdes en les condicions existents; d'altres no han pogut ser aplicats més que a costa de condicions molt especials: aquest ha estat, per exemple, el cas de la mecanització al segle XIX.

En aquest sentit, pensem en la sembradora babilònica, oblidada després d'haver estat utilitzada durant molt de temps a les fèrtils planures mesopotàmiques a partir de l'any 2000 a.C. El seu ús exigia tres homes i dos bous, mentre que, probablement, només podia sembrar una superfície de 0,4 ha diàries. Del punt de vista econòmic, aquest mètode únicament es podia justificar per les bones collites que hom n'obtenia i per l'abundor de mà d'obra. És possible que les guerres, que esgotaren el regne neobabilònic, siguin també responsables de la desaparició de la seva sembradora.

Fou per la mateixa causa que la segadora galla caigué en deús. Descrita per Palladi i Plini, també en coneixem la forma gràcies al descobriment, a Montauban (Bèlgica) el 1958, d'un relleu del segle III d.C. En la part anterior de la carreta hi havia unes dents que, quan l'artefacte es movia, empès per un ase, arrencaven les espigues. Com a conseqüència de les destruccions que produïren

les grans migracions i del desenvolupament d'un sistema diferent de propietat territorial, aquesta segadora desaparegué.

La mecanització a gran escala, iniciada als Estats Units durant el segle XIX, només podia ser aplicada en determinades condicions, entre les quals sobretot els factors econòmics tingueren un paper important.

Efectivament, la mecanització no es podia efectuar sinó a les grans empreses dels agricultors que posseïen un capital considerable. Les parcelles havien de ser bastant grans i, ensems, contigües les unes a les altres; el sòl calia que fos homogeni, ni pantanós ni tampoc pedregós.

L'agricultor es veia obligat a mantenir diversos cavalls per a fer funcionar les màquines. Els beneficis de la mecanització eren majors quan les collites estaven poc diversificades; allò que resultava més avantatjós era el monoconreu. Foren els efectes del desenvolupament del tractor els que permeteren la mecanització de les empreses petites.

Per això, durant el segle XIX, la mecanització agrícola es localitza, sobretot, a les grans planures de l'Oest Mitjà d'Amèrica, a les grans explotacions angleses i a les extenses propietats territorials alemanyes de l'est de l'Elba. En canvi, des del segle XVIII l'agricultura de l'Europa occidental ha seguit un camí molt diferent. De fa molt de temps, a les regions que la integren han predominat les parcelles petites i, molt sovint, disperses, i les explotacions agrícoles de poca importància. Des de la centúria esmentada s'hi conreaven plantes farratgeres, i els sistemes de rotació de conreus utilitzaven una gran varietat de plantes. Aquest tipus d'agricultura de l'Europa occidental s'allunyava, cada vegada més, del conreu únic o del predomini d'un cultiu determinat. Tot plegat esdevingué un dels obstacles més grans per a la utilització de maquinària agrícola americana i anglesa.

II. ALGUNS ASPECTES TÈCNICS

En tractar aquesta qüestió parlaré, sobretot:

a) De les lleugeres modificacions que hom afegeix a les bases fonamentals dels invents.

b) De la simultaneïtat de certs invents.

c) Dels materials amb els quals hom ha fabricat els invents.

d) De les fonts d'energia disponibles.

a) *Lleugeres modificacions que hom afegeix a les bases fonamentals dels invents*

La idea fonamental de quasi tots els invents, pel que fa a les màquines i els ormeigs agrícoles, ja es troba en el primer projecte. En els models posteriors hom no fa modificacions essencials sinó, simplement, millores. L'aplicació a gran escala de les noves màquines ha restat obstaculitzada sovint, sobretot per llur

imperfecta elaboració i la inadequació dels materials emprats. Això es pot constatar fàcilment tant en el cas de les arades, de les sembradores —com les de Cavalini, Locatelli i Wordidge— i de les segadores de Hussey i de McCormick, com en el dels rampins i les màquines per a recollir fenc de Salmon.

Pel que fa a la batedora, cal fer una excepció. Hom ha situat al segle XVIII la fabricació de ginyes que constaven d'una filera de fuets mòbils que, mitjançant una biga, restaven fixats a la roda d'un molí d'aigua. En la pràctica, aquesta invenció fou un fracàs complet. Fou més tard quan hom ideà el mecanisme que, a base de fregadors, permeté la construcció d'una màquina útil. Sense exagerar massa, es pot pensar que el principi d'aquest mecanisme fou deduït de l'antiga manera de batre, segons la qual les espigues de la messes són trepitjades pel bestiar a les eres, que potser data de l'Edat Mitjana.

b) *La simultaneïtat de certs invents*

En general, els invents d'èpoques antigues són anònims. Sovint, els homes aprenien per pròpia experiència la manera de millorar llur tasca. Després, d'altres imitaven els nous mètodes, màquines i instruments que aquells treballadors imaginatius havien creat. També s'observen invents sorgits simultàniament per diverses persones. Aquest és, per exemple, el cas de la sembradora ja esmentada de Locatelli a Àustria (1662) i de Worlidge a Anglaterra (1669). Una enverinada polèmica esclatà quan Hussey i McCormick construïren, quasi alhora (1833 i 1834), les segadores mecàniques que, per una altra banda, es basaven en la tasca realitzada per inventors anteriors. En aquella època, les circumstàncies eren molt favorables per a la utilització de segadores: obertura de l'Oest dels Estats Units, rompuda de les fèrtils terres del *Mid-West* i manca de mà d'obra. Hom tenia necessitat, doncs, de màquines que permetessin una sega ràpida.

c) *Els materials amb els quals hom ha fabricat els invents*

Els materials emprats en la fabricació de les màquines realitzen una funció de gran importància. Durant molts segles gairebé tots els ormeigs agrícoles foren construïts amb fusta. En la civilització europea occidental la fusta era, en principi, el material més important. Això no obstant, i d'una manera progressiva, els metalls substituïren la fusta gràcies a les noves millores obtingudes. Com que el ferro era car i en primer lloc servia per a fabricar armes, al principi no fou usat per als instruments agrícoles. Les màquines destinades al camp no eren revestides amb ferro sinó en aquelles parts on el desgast era més gran. Per exemple les reixes i les ganivetes de les arades eren d'aquest metall, així com les fulles de les falçs i dalles. De primer, l'abocador de l'arada era de fusta i més tard hom el recobrí de ferro, per tal de reforçar-lo. L'arada d'abocador completament de ferro fou esmentada per primera vegada el 1771. I també fou aquell any quan John Brand de Lawford (Essex) acabà la primera arada construïda totalment amb aquest metall.

Fins a quin punt hom havia considerat la fusta com a material de cons-

trucció és quelcom que es manifesta pel fet que, durant el segle XVIII, s'intenta fabricar tota mena d'artefactes complicats amb engranatges de fusta. No és estrany que aquestes màquines funcionessin amb dificultat. Fou el desenvolupament de la indústria del ferro i de l'acer allò que permeté construir a gran escala instruments i ginyes agrícoles que fossin alhora pràctics, duradors i barats.²

d) *Les fonts d'energia disponibles*

La nostra societat industrialitzada reposa, d'ençà de fa cent cinquanta anys, sobre un increment enorme de l'energia: vapor, gas, petroli, fuel, electricitat i energia nuclear. Al principi, la força muscular fou la font d'energia més important; al neolític la força dels animals domèstics se sumà a la de l'home. El bou s'utilitzà per a llaurar i transportar càrregues pesades. Fins el segle IX o X d.C. hom no descobrí la manera idònia d'enganxar els cavalls per a les tasques dures. Collocava el jou damunt de la creu del cavall i li envoltava el coll amb una corretja llarga i prima. Quan l'animal havia fet alguns esforços, se li tallava la respiració i això limitava en gran mesura la seva força de tracció. Al segle IX o X el collar fou emprat per primera vegada i l'energia amb què l'home comptava restà multiplicada. Des d'aleshores, hom pogué usar el cavall per a llaurar i fer altres tasques pesades.

Les altres dues fonts d'energia susceptibles de ser utilitzades eren l'aigua i el vent. Es coneixia el molí d'aigua des de finals de l'època romana i el molí de vent, des dels darrers anys del segle XII. Aques tipus de molins resultaven molt adients per a finalitats industrials, però en agricultura amb prou feines podien ser emprats, llevat per a dessecar *polders* i desguassar terrenys. Els molins calia que estiguessin fixats damunt el sòl; encara no existia la possibilitat de transportar l'energia a gran distància. Així, doncs, la situació era tal que l'agricultura, que constituïa el grup econòmic més important, només disposava de fonts d'energia força limitades: l'home, el bou i el cavall.

La invenció de la màquina de vapor, importantíssima per a la indústria, millorà molt poc aquesta situació. Les primeres màquines estaven concebudes de manera tosca, eren pesades i difícils de manejar; consumien una gran quantitat d'aigua i de combustible, mentre que llur rendiment era relativament baix. Foren usades sobretot per a batre i, en menor mesura, per a llaurar i segar. La utilització de les màquines de vapor assolí el seu apogeu als Estats Units, entre el 1885 i el 1912; després d'aquesta data, els motors de gasolina i el motor Diesel s'imposaren. El 1913 la indústria de tractors aconseguí produir màquines lleugeres que podien ser aplicades a diverses finalitats.

Encara que als Estats Units l'aparició de les potents màquines de vapor causà un gran impacte al seu moment, el període 1860-1910 es caracteritzà en realitat per la substitució de l'energia humana per la tracció animal. Els cavalls foren enganxats a les sembradores i a les segadores, i també a les batedores. El 1910 hi havia, aproximadament, vint milions de cavalls, setanta-dues mil màquines de vapor i deu mil tractors. El 1939 el nombre de cavalls havia minvat a deu

2. P. BAIROCH, *Le rôle de l'agriculture dans la création de la sidérurgie moderne*, a «Revue d'Histoire Économique et Sociale», XLIV (1966), ps. 5-23.

milions, els ginys de vapor gairebé havien desaparegut i els tractors ultrapassaven la xifra d'un milió i mig. Com a resultat de la reducció del nombre de cavalls, en el període posterior al 1910, hom pogué utilitzar catorze milions d'hectàrees de terra per altres finalitats. Gràcies al tractor i a l'electricitat, l'agricultura s'ha pogut beneficiar de l'augment de les fonts d'energia de l'època contemporània.

Per la seva banda, la indústria, des de feia més d'un segle, ja disposava d'una gran deu d'energia, que era la màquina de vapor.

III. LES CONDICIONS ECONÒMIQUES I SOCIALS

Les condicions econòmiques i socials que determinen el desenvolupament de màquines i instruments agrícoles es troben en funció dels factors següents:

- a) La mà d'obra.
- b) La inversió de capitals i l'esperit d'iniciativa de l'agricultor i del gran propietari agrícola.
- c) Els preus corrents dels productes del camp.

a) *La mà d'obra*

L'objectiu de gairebé tots els invents i milloraments consisteix a reduir la mà d'obra. Tanmateix, no sabem fins a quin punt, en altres èpoques, el cost d'aquesta resultava decisiu en la gestió de les explotacions agrícoles, les quals, en general, a l'Europa occidental eren relativament petites i hi dominava la producció familiar.

El camperol hi feia totes les tasques, ajudat per la seva família i, de vegades, per alguns servents. A més, no calculava en concepte de despeses de mà d'obra el seu treball, ni el dels seus familiars. Per una altra banda, l'agricultor havia de pagar sovint una renda i, sempre, els impostos. Com que aquests pagaments es feien en metàl·lic, havia de vendre una part dels seus productes al preu corrent. Per tal d'augmentar els seus beneficis el pagès més aviat procurava intensificar i allargar el treball que reduir-ne els costos. A més, els agricultors no tenien el costum de calcular com a despeses l'interès del capital invertit en l'empresa, les màquines o el bestiar.

Un dels primers exemples del canvi de mentalitat ens el brinda Robert Loder, camperol que a principis del segle XVII vivia a Harwell, prop d'Oxford. En la seva comptabilitat es troben notes que consideren l'interès dels diners invertits en llavors i bestiar. També s'adona que el seu treball i el de la seva família havien de ser calculats com a costos de mà d'obra.

Sabem molt poca cosa pel que fa al temps que requeria cadascuna de les diverses tasques del camp. Lavoissier fa una estimació de les realitzades per un jornaler a la segona meitat del segle XVIII. L'home treballava un total de dos-cents sis dies, repartits de la manera següent:

| | |
|-------------------------|----------|
| Conreu i sembra | 12 dies |
| Collita de cereals | 28 dies |
| Sega i collecta de fenc | 24 dies |
| Batuda | 130 dies |
| Altres tasques | 12 dies |

Total: 206 dies

La batuda requeria amb molt la major part dels dies de treball, però hom l'efectuava a l'hivern, quan, en general, gairebé no podia trespasar a la intempèrie. Per això, caldrà esperar fins a finals del segle XVIII perquè hom pensí en la construcció d'una batedora. Els dos períodes més difícils de l'any eren el de la collecta del fenc i el de la sega. A causa de les variables condicions climatològiques que dominaven a l'Europa occidental, calia entrar les collites al més ràpidament possible. Per aconseguir-ho, hom tenia necessitat de tota la mà d'obra disponible; a més, els camperols s'ajudaven mútuament. La màquina agrícola més antiga que es troba en aquestes regions és la segadora gallo-romana, però, com ja hem vist, no sobrevisqué les grans migracions. Les veritables màquines dalladores i segadores no foren fabricades fins el segle XIX. Resulta evident que els agricultors no estaven a l'aiguait d'aquests ginys.

Des del segle XVI al XX els tractadistes d'agricultura, així com els inventors, fixaven llur atenció en un aspecte molt diferent de la qüestió: en la millora de l'arada i la invenció de la sembradora. I això a desgrat que, com hem vist fa un moment, el conreu i la sembra no exigien més que una tasca mínima (12 dies). No es tractava, doncs, d'estalviar mà d'obra.

Efectivament, al llarg d'aquestes centúries, hom pot observar que es vivia pendent d'altres problemes, diferents dels de reduir el treball humà. Un dels trets més patents de l'agricultura antiga és la baixa relació entre la quantitat de llavor i el rendiment de la collita. Una mostra de deu mil exemples sobre aquesta relació, pel que fa al blat, al sègol, a l'ordi i a la civada a diversos països europeus entre el 1500 i el 1800 palesa que, per al blat, la relació era per terme mitjà d'1 a 4,5. En alguns indrets d'Anglaterra, dels Països Baixos, de Bèlgica i de França hom ha pogut constatar, després del 1500, una millora que arriba de l'1 al 7 i, després del 1750, de l'1 al 10 per als tres primers països esmentats. Per al sègol i l'ordi les xifres són una mica més favorables; en canvi, ho són menys per a la civada. El que hom necessitava de primer no era reduir la mà d'obra sinó incrementar la producció de cereals. I això es podia aconseguir llaurant més bé, és a dir, d'una manera més profunda i sembrant en fileres ordenades, cosa, aquesta, que permetia estalviar llavors. Com que l'espessor de les plantes era superior en el cas d'una sembra ordenada, es podia esperar un rendiment igual, o fins i tot millor, que en la sembra feta anàrquicament.

Al segle XVIII els rendiments milloren amb la introducció del conreu de plantes farratgeres. Per una altra banda, els rendiments del blat, més alts, plantejaren dificultats durant la sega i la batuda. L'ajut mutu entre agricultors i el treball de tota la família eren insuficients per assolir de fer la collita en els terminis fixats. A causa d'això, hom centrà aviat l'atenció en la construcció de màquines que realitzessin aquestes tasques. Durant el segle XIX el rendiment dels cereals encara augmentarà més gràcies a l'aplicació d'adobs químics.

En l'explotació de tipus familiar no era la manca de mà d'obra allò que

reduïa la producció, sinó els rendiments baixos i les variables condicions climatològiques. Arran de diverses mesures que tingueren lloc, a la Gran Bretanya les grans propietats territorials no dividides es multiplicaren al llarg del segle XVIII. En aquesta mena de finques i a les empreses de les planures americanes —que, d'acord amb les normes europees, són grans explotacions— les condicions eren favorables a la mecanització agrícola. En aquests països agricultors i terratinents estaven disposats a invertir capitals importants en la compra de màquines. Als Estats Units, a més, hom s'encarava a una manca de mà d'obra, causa per la qual aquest factor de producció sempre hi ha estat car.

L'estreta relació entre mecanització i escassetat de recursos humans es manifesta clarament durant la guerra civil nord-americana (1861-1865), quan, al nord, un milió d'agricultors foren separats de llurs empreses per la mobilització. Amb tot, la producció de blat augmentà durant el conflicte. Aquest resultat s'obtingué gràcies al fet que, en set anys, la fabricació anual de maquinària agrícola es quintuplicà.

És difícil de dir quantes hores de treball humà foren estalviades per les noves —i millorades— màquines. En èpoques anteriors les dades són escasses i, sovint, incompletes. Abans del segle XVIII hom considerava normal que un sol home llaurés de 0,3 a 0,4 ha diàries; però durant aquella centúria el rendiment diari pogué situar-se entre les 0,6 i 0,8, gràcies a l'arada perfeccionada de Norfolk. La primera arada a vapor usada al Wilhelminapolder (Països Baixos) podia llaurar 5 ha diàries. A principis del segle XX, als Estats Units, un tractor aconseguia una mitjana de 25 ha per dia.

A Anglaterra, durant el segle XIII, per a segar amb falç i agarbonar una hectàrea calien de 5 a 6 1/4 jornades de treball d'un home, la qual cosa donava un rendiment de 130 a 160 l de blat per dia. Cap al 1800 eren necessàries tres jornades llargues de tasca per a segar amb dalla una hectàrea als Estats Units. Les primeres segadores exigien nou homes de servei, és a dir, dos per a la mateixa màquina i set per a rasclar i lligar les garbes. El cost d'això era inferior en un terç al de la sega a mà. La segadora-lligadora Houser treballava, el 1885, 9 ha diàries, amb l'ajut de quatre homes i de vint a vint-i-quatre cavalls; el 1900 la Best Steam Harvester segava 25 ha per dia, quan les circumstàncies eren favorables, i la Holt Steam Harvester de 40 a 50 ha.

Al segle XIII hom considerava que la batuda de 71 l de blat, o d'uns 300 l de civada, representava la jornada d'un home. El 1613, durant el mateix temps, un home batia a Harwell 120 l de blat o 380 l d'ordi. A finals de la centúria següent les batedores franceses assolien un rendiment de 500 a 900 l de gra diaris. En una gran empresa de Bedfordshire, la compra d'una batedora el 1850 significà economitzar un vuitanta per cent del temps de treball emprat fins aleshores. La batedora, que havia costat cinc-centes lliures, permeté reduir les despeses de la batuda en dues-centes.

Atès que la mecanització ha menat a la creació d'un tipus de màquines que permet la realització simultània de diverses fases d'una tasca, com és el cas de la segadora-batedora, és preferible calcular la quantitat d'hores necessàries per efectuar treballs determinats en una superfície concreta. Als Estats Units hom ha fet investigacions per tal de saber quantes hores de feina calien, al llarg de diversos anys, per obtenir una producció de 1.800 l de blat per hectàrea. El 1830 se'n necessitaven cent quaranta-quatre, fent ús d'una arada i un graó

comú, sembrant sense ordre, segant a mà i batent amb fuets. L'any 1896 no calien més de vint-i-dues hores, gràcies a la mecanització. La segadora-batedora féu possible que, a Califòrnia, el temps fins i tot es reduís a vuit hores i un quart, límit que en altres parts dels Estats Units no fou assolit fins el 1930.

Hom assolí, doncs, una reducció espectacular d'hores de treball i de mà d'obra per al blat, la civada, l'arròs i el fenc. A finals del segle XIX, en canvi, els conreus del tabac, del cotó i de la canya de sucre amb prou feines s'havien mecanitzat. Al segle passat la reducció del temps de treball per al conreu del blat assolí el 85 % i la minva dels seus costos ultrapassava el 80 %; per a la civada, aquestes xifres eren, respectivament, el 90 % i més del 70 %.

L'economia de mà d'obra que la mecanització possibilita ha produït sovint agitacions socials, a causa de l'atur que n'ha resultat. A Anglaterra, durant les guerres napoleòniques, els agricultors rics compraren batedores, a causa de la manca de mà d'obra. Després de la desmobilització, hom assistí a un atur hivernal considerable entre els obrers agrícoles que havien tornat de l'exèrcit. La situació arribà a ser molt greu al sud i a l'est del país, on hi havia poca indústria. En alguns llogarets el seixanta per cent dels habitants restava sense feina. El 1830 els bracers, colèrics, es rebel·laren contra les batedores i en destruïren més de cinquanta durant els aldarulls, al comtat de Berkshire. A més de la qüestió de les màquines, s'havia produït una deterioració en les relacions entre propietaris i obrers, ja que aquells, davant la depressió del 1814, havien restringit al màxim el nombre de treballadors permanents. Evidentment, per a l'empresari agrícola resultava més econòmic emprar persones temporeres.³

b) *La inversió de capitals i l'esperit d'iniciativa de l'agricultor i del gran propietari agrícola*

Hom disposa de poques dades, anteriors al 1850, sobre el valor de la maquinària agrícola en comparació amb el valor total de l'inventari de l'empresa. A Sussex, per a un cert nombre d'explotacions, la vàlua dels ormeigs camperols passà d'un 4,2 % a un 9 % entre el 1612 i el 1744. És possible que al segle XVIII l'eina agrícola de les explotacions fos més nombrós i car que a la centúria anterior. Cap al 1900 el valor d'instruments i màquines per al camp d'una explotació mixta americana ben equipada s'estimava en set-cents vuitanta-cinc dòlars.

És obvi que els preus de les arades de vapor i d'altres màquines complicades eren força elevats. A Anglaterra les primeres oscil·laven entre les vuit-centes i les mil cinc-centes lliures; l'arada de vapor Fowler, utilitzada al Wilhelminapolder (Països Baixos), costà vint-i-un mil florins (mil set-centes cinquanta lliures); el mateix giny encara era més car a Alemanya, car valia entre cinquanta-cinc mil i seixanta mil marcs (de dues mil set-centes cinquanta a trenta-

3. N. GASH, *Rural unemployment 1815-1834*, a «The Economic History Review», 6 (1935-1936), ps. 90-93. El parer de G. BUBLOT (cf. *La production agricole belge, étude économique séculaire 1846-1955*, 1957, p. 237), respecte al fet que les màquines són adquirides en major nombre a causa de la manca de mà d'obra i que, en conseqüència, la mecanització no produeix atur obrer, no és absolutament certa.

una mil lliures). L'any 1856 el director del Wilhelminapolder comprà una locomòbil de vuit cavalls de la fàbrica d'Hornsby, a Anglaterra, per tres mil florins (dues-centes cinquanta lliures), així com una batedora de tanca per mil tres-cents (cent set lliures) i una sembradora per més de quatre-cents (trenta-cinc lliures).⁴ Evidentment, hi havia molt pocs pagesos que es poguessin permetre unes despeses tan grans, veritablement exorbitants per l'època. Sabem que aleshores el salari de cada dia d'un obrer agrícola, a la zona de l'est dels Països Baixos, era de mig florí (deu penics) a l'estiu i de 0,30 florins (sis penics) a l'hivern, i que no incloïa la manutenció. A Zelanda la paga diària era una mica més elevada: un obrer contractual podia arribar al florí i mig (2,6 xilings) per recollir roja al Wilhelminapolder, però aquest salari era considerat molt alt.⁵

Durant el segle XIX només es podien mecanitzar els grans agricultors que, a més, disposessin de recursos financers importants. A la major part dels països de l'Europa occidental predominava la parceria; el sistema de partició de collites es trobava més estès a França i als països de l'Europa del sud. A més, sovint calia pagar delmes. La partició de collites i els delmes feien que el parcer no se sentís interessat per l'augment d'una producció obtinguda a través d'una mecanització costosa. Fins a quin punt l'esperit d'empresa es podia trobar obstaculitzat pels delmes i la parceria és quelcom ben fàcil d'observar per la diferència d'hectàrees drenades a les províncies de Groningen i Zelanda (Països Baixos) el 1900. A Groningen, on força camperols eren propietaris, el nombre d'hectàrees drenades arribà a les quaranta mil, mentre que a Zelanda, on sovintejaven les parceries i els delmes, hom no n'atenyé més de vuit mil.

Les possibilitats d'invertir capitals restaven relativament limitades abans de la revolució industrial —finals del segle XVIII. Els comerciants rics i altres ciutadans benestants consideraven la possessió de terres i dominis agrícoles com una inversió segura. Això no obstant, s'interessaven molt més per la percepció d'una renda regular que per la pràctica camperola. És, aproximadament, des del 1750 quan es pot apreciar un canvi positiu en aquesta mentalitat. Tanmateix, en general, els arrendadors sentien poc interès per renovar o millorar llurs dominis. En alguns països la propietat rural significava per als burgesos enriquits la possibilitat de pujar de nivell social i assolir d'entrar a la noblesa.

Entre els motius que han inclinat el pagès a adquirir noves màquines, es poden distingir: l'augment de la producció, sobretot de cereals, des de mitjan segle XVIII; l'aplicació de mètodes agrícoles intensius i, en fi, una certa variació dels objectius de la producció. Sobretot foren les petites explotacions —de vegades, àdhuc les molt petites— les que adoptaren primer els mètodes de conreu més intensius, com ara el cultiu de plantes destinades a la venda o a l'horticultura. Evidentment, les grans màquines no trobaren camp d'aplicació en aquestes petites explotacions, però els propietaris d'aquestes es mostraren extraordinàriament imaginatius en la construcció d'eines lleugeres i, sobretot, pràctiques.

Amb el temps la finalitat de la producció s'ha modificat sensiblement. En la cria de bestiar, els objectius de primer més importants foren les pells dels animals, la força de tir dels bous i la producció de fem. La producció lletera de

4. J. M. VAN DER POEL, *De Wilhelminapolder 1809-1959* (1959), ps. 123-129.

5. *Idem*, p. 71.

les vaques era baixa: entre 450 i 650 l per període de lactància. Cap al 1800 l'obtenció de 1.000 l era considerada normal a Alemanya. Durant els segles xvii i xviii la producció de mantega no arribà a ultrapassar els 30 kg per vaca i període de lactància. Les quantitats eren tan petites que els mateixos membres de la família camperola es podien encarregar de munyir les bèsties i d'elaborar la mantega. Encara que en el seu diari —cap al 1570— un pagès frisó diu que ja posseïa una empleada per a fabricar la mantega, les seves vaques només produïen una mitjana de 1.350 l de llet, 42 kg de mantega i 28 kg de formatge (per vaca).

Quan, cap al 1800, als Països Baixos la producció de llet per vaca augmentà a 1.100-1.800 l, la producció de mantega i de formatge ja exigia massa temps per a la família o els criats de l'agricultor. Durant el segle xvii a Holanda i Frísia foren inventades una sèrie de batedores i premses per tal de facilitar la feina a les lleteries.

Entre el 1150 i el 1830 s'observa que força regions passen de la ramaderia a l'agricultura o de l'agricultura a la ramaderia. Fins ara hom ha localitzat cinquanta-tres regions d'aquesta mena. És lògic que un pagès que procedeixi a fer una modificació tan profunda, també estigui disposat a aplicar nous mètodes de producció o noves màquines. Com és sabut, als Països Baixos aquest pas de la ramaderia a l'agricultura tingué lloc a Groningen cap al 1800, pas que probablement concorda amb la mentalitat del camperol de la regió durant el segle xix, car se sentia menys lligat a les tradicions que els altres hortolans del país. Ja ha estat ressaltada l'extensió dels drenatges de Groningen; fou també allí on les màquines americanes aparegueren per primera vegada: el 1846 una batedora perfeccionada (*batteuse à peigne*) i, el 1850, una nova arada (*eagle-plow* o *charrue aigle*).

c) Els preus

Els preus i l'aplicació de noves màquines es poden influir mútuament de dues maneres. Per una banda, són els grans invents els que revolucionen la producció agrícola; per una altra, són les variacions conjunturals dels preus dels productes del camp, les que influeixen en l'adquisició de noves màquines. Els elevats preus d'aquells durant i després de la Primera Guerra Mundial, per exemple, contribuïren al progrés de la mecanització agrícola.

Els invents veritablement innovadors són escassos. Un cas podria ser el de l'arada de vessador fix,⁶ quan fou aplicat a gran escala, cosa a la qual potser es podria atribuir la recuperació econòmica i el sobtat interès per les rompudes dels segles viii i ix, i que permeté el conreu de les terres dures.

Poc després hom realitzà un altre invent important: el del collar del cavall, que féu possible l'ús d'aquest animal en l'agricultura. És molt probable que les grans rompudes dels segles xii i xiii, acompanyades per un augment considera-

6. F. G. PAYNE, *The British plough: some stages in its development*, a «The Agricultural History Review», 5 (1957), p. 78, opina que a l'època romana ja hi havia arades amb vessador fix a Anglaterra. Això no obstant, les noves arades triguen a divulgar-se. Cf. H. JANKUHN, *Vorgeschichtliche Landwirtschaft in Schleswig-Holstein*, a «Zeitschrift für Agrargeschichte und Agrarsoziologie», 9 (1961), ps. 10-11.

ble de la població, no haguessin estat possibles sense aquesta nova font d'energia.

La mecanització del camp americà durant la centúria passada tingué també conseqüències revolucionàries. Les noves màquines, la ràpida extensió dels conreus al *Mid-West*, el desenvolupament dels transports marítims i del ferrocarril menaren, després del 1870, a una exportació tan gran de blat a Europa, que s'originà una autèntica crisi en l'agricultura d'aquest continent.

La invenció del *cotton gin* (desgranadora) per Eli Whitney, el 1793, permeté l'ús del cotó americà de fibra curta en la indústria tèxtil. La conseqüència d'això fou un augment de la producció cotonera, que passà de quatre-centes bales per l'extensió del sistema esclavista de plantació, ja que el conreu del cotó no requeria mà d'obra qualificada. Així, cap al 1790, quan l'esclavitud semblava inclinada a desaparèixer per si mateixa a causa de la seva manca de rendabilitat, l'expansió cotonera li donà amplitud i n'accentuà el caràcter indignant.

Igualment, hom pot observar com sovint l'aplicació de màquines noves es troba influïda per les variacions periòdiques dels preus. Segons la durada d'aquests, es distingeixen diversos cicles en llurs fluctuacions. Aquí només considerarem els moviments de llarga durada, entre quaranta i seixanta anys, o cicles Kondratieff, que es perceben clarament des de finals del segle XVIII, però que probablement ja es deurién manifestar abans; i el moviment secular de cent a cent cinquanta anys, que es pot discernir des del 1150. Les causes d'aquestes fluctuacions no les veurem. Hom distingeix períodes d'alça i de baixa, d'expansió i de recessió econòmica. Els historiadors no s'han posat d'acord quant al fet de si l'adquisició de noves màquines es produeix sobretot en els períodes de baixa (Simiand i Bublòt) o d'alça (Kondratieff i Mousnier).⁷ En el primer cas, el pagès pretén reduir el cost dels seus productes a causa de llurs baixos preus; potser també podria incrementar la seva producció amb la compra de nous ginyes i mantenir, així, els beneficis a un nivell acceptable. En el segon cas, l'agricultor considera que els seus guanys s'han elevat de manera automàtica per l'alça de preus, cosa que, naturalment, no sempre és certa, car els costos de producció també poden haver augmentat. Això no obstant, el camperol restarà imbuït de la idea dels grans beneficis, sobretot perquè en aquella època no disposa d'una comptabilitat adient.

L'anàlisi dels fets històrics palesa que en les etapes de preus agraris elevats —tant en el moviment secular com en el de Kondratieff— hom inventa i innova més que durant els períodes de baixa cotització dels productes del camp. Pot afirmar-se que els preus alts estimulen l'augment de la producció. Inversament, durant els períodes de preus baixos, el camperol intentava mantenir els seus guanys intensificant el seu esforç en comptes d'estalvir costos de treball. Sempre que fos possible, allò que feia era dedicar-se als conreus intensius, que exigien molta més feina. Aquesta tasca suplementària anava a càrrec del mateix

7. F. SIMIAND, *Recherches anciennes sur le mouvement général des prix du XVI au XIX siècle* (1932), p. 529. Simiand estén la depressió del 1650 fins al 1785, de manera que totes les renovacions posteriors al 1750 tenen lloc, segons aquest autor, en el període de recessió. G. BUBLÒT, *op. cit.*, p. 222; vegeu-ne també la p. 223: les innovacions es produeixen després del 1890. Pel que fa a Kondratieff, cf. G. IMBERT, *Des mouvements de longue durée Kondratieff* (1959), 270. R. MOUSNIER, *Progrès scientifique et technique au XVIII siècle* (1958), ps. 35-40

hortolà i de la seva família, de manera que no restava inclosa en el cost de mà d'obra.

Si observem de més a prop els fenòmens del moviment secular, veurem que sembla com si presentessin problemes bastant més complexos. De fet, no és la puja o la caiguda dels preus allò que importa, sinó el desfasament entre els diversos preus: la relació entre els preus dels productes i la mà d'obra; la relació entre els preus dels productes agraris i els dels productes industrials; la relació entre els preus dels productes del camp i els dels productes de la ramaderia; la relació entre els preus dels grans i els de les plantes comercials.

Al llarg del moviment secular els preus del blat durant el període d'expansió econòmica són relativament més alts que els dels productes de la ramaderia i de les plantes comercials. D'una manera paral·lela, hom pot constatar que, en aquest període, inventors i pagesos centren llur interès en les màquines per al conreu de cereals, com ara sembradores, arades, batedores, etc. Durant els llargs períodes de contracció la relació entre els preus és exactament a la inversa. Així, per exemple, hi ha un interès més gran per les batedores per a productes lactis, les premses d'olives i premses en general, per als instruments per treballar el lli, etc. Evidentment, aquests canvis d'interès no es concreten en mutacions brusques i sobtades, sinó més aviat en desplaçaments progressius. Tanmateix, això no impedeix que hom pugui catalogar cada període de contracció com de millora de conreu de cereals, i cada etapa d'expansió com de renovació del sector de productes lactis o del cultiu i tractament de plantes comercials. Això no obstant, cal advertir de manera expressa que la distinció que fem aquí entre períodes de contracció i d'expansió és molt relativa i mai no absoluta.

IV. MÈTODES PER A CALCULAR LA PRODUCTIVITAT AGRÀRIA

Estudis fets recentment criden l'atenció sobre la dificultat, per part dels agrònoms, d'avaluar la productivitat agrària actual i la del nostre passat pròxim, fins i tot quan disposen de dades estadístiques detallades.⁸ Evidentment, el

8. Com les publicacions d'H. FINCK VON FINCKENSTEIN, *Die Getreidewirtschaft Preussens, 1800-1930*, a «Vierteljahrshäfte zur Konjunkturforschung», 35 (1934). *Idem*, «Die entwicklung der Landwirtschaft in Deutschland, 1800-1930 (1960)». B. BAARANOWSKI, *Próba obliczenia rozmiarów produkcji rolniczej i jej konsumpcji w czasach Ksiestwa Warszawskiego i Królestwa Polskiego (1807-1830)*, a «Kwartalnik Historii Kultury Materialnej», VIII (1960), ps. 209-228 (assaig avaluador de la producció agrícola i del seu consum a l'època del ducat de Varsòvia i del regne de Polònia, 1807-1830). G. HELLING, *Berechnung eines Index der Agrarproduktion in Deutschland im 19. Jahrhundert*, a «Jahrbuch für Wirtschaftsgeschichte» (1965), IV, ps. 125-151. *Idem*, *Zur Entwicklung der Produktivität in der deutschen Landwirtschaft im 19. Jahrhundert*, a «J. f. W.» (1966), I, ps. 129-141. P. C. VAN DEN NOORT, *De productiviteit van de landbouw en het aantal personen, dat door één agrarie «gevoed» kan worden*, a «Landbouwkundig Tijdschrift», 76 (1964), ps. 383-393. *Idem*, *Internationale vergelijking van het productiviteitspeil in landbouw*, a «Landbouwkundig Tijdschrift», 78 (1966), ps. 18-23. *Id.* *Omwang en verdeling van het agrarische in komen in Nederland, 1923-1963*, a «Landbouwkundig Tijdschrift», 77 (1965).

problema encara és més gran pel que fa a aquells períodes dels quals no tenim cap estadística —és a dir, per abans del 1800 o del 1850. En general, ens hem d'acontentar amb meres indicacions que ens permetin creure que s'ha produït una puja o una baixa. Aquesta qüestió la vaig analitzar de manera més extensa el 1965, en la meua comunicació al Tercer Congrés Internacional d'Història Econòmica de Munic.⁹

La conclusió d'aquell treball indicava que de la desena de possibilitats que se'ns brinden per a quantificar els canvis en la productivitat agrícola, en la pràctica només poden ser aplicades adequadament les següents:

a) La superfície de les terres conreades (rompudes).

b) En agricultura: el càlcul dels factors que determinen el rendiment dels cereals (relació llavor-collita).

En ramaderia: el càlcul del rendiment lleter i del pes del bestiar major en la matança.

c) El càlcul de la població agrícola activa en relació amb l'activa no agrícola.

d) L'estimació de la quantitat de població no agrícola que pot ser alimentada per un treballador del camp.

El càlcul de la superfície de conreu no es pot realitzar més que per a determinades zones geogràfiques ben delimitades.

Actualment, ja coneixem una gran quantitat de factors que influeixen sobre les collites, però encara hi ha força lacunes en relació amb una munió de països i èpoques.¹⁰

La determinació del rendiment lleter i del pes del bestiar major en el moment de la matança es basa en dades disperses.¹¹

Durant el segle XIX hom pot constatar un descens relatiu, i de vegades àdhuc absolut, de la població agrícola activa. Bé que en alguns països s'han fet estudis regionals i locals sobre aquest problema, fins ara no disposem d'una visió de conjunt.

Les dades relatives al nombre de persones que poden ser alimentades per un treballador agrícola encara són escasses. Hom pot trobar indicacions sobre la qüestió en la literatura històrica. Així, sabem que l'any 877, a Saint-Bertin, setze persones, en llur majoria caps de família, produïen prou per alimentar un sol monjo. A Autun, cap a la mateixa època, cent finques tot just podien mantenir quinze canonges amb alguns servidors. Al segle XII calien de quinze a trenta famílies per a mantenir un sol cavaller i la seva casa. Als Estats Units, el 1787, haurien calgut dinou camperols per alimentar un ciutadà; cap al 1930 aquests dinou pagesos ja produïen prou per abastar seixanta-sis persones. Les dades que hom té sobre el segle XVIII nord-americà fan la impressió que des del segle IX

9. B. H. SLICHER VAN BATH, *Les problèmes fondamentaux de la société préindustrielle en Europe occidentale. Une orientation et un programme*, a «A. A. G. Bijdragen», 12 (1965), ps. 3-46.

10. B. H. SLICHER VAN BATH, *De oogstopbrengsten van verschillende gewassen, voornamelijk granen, in verhouding tot het zaaizaad, ca. 1810-1820*, a «A. A. G. Bijdragen», 9 (1963), ps. 29-126. *Idem*, *Yield ratios, 1810-1820*, a «A. A. G. Bijdragen», 10 (1963), ps. 1-264.

11. *Littérature*, a «A. A. G. Bijdragen», 12 (1965), p. 43, nota 4.

no hi ha hagut cap augment de la producció. Tanmateix, una conclusió així no fóra justa, ja que a Europa, si no s'haguessin importat cereals, la proporció hauria estat possiblement d'un individu agrícola per cada tres o quatre del sector campestre. Evidentment, la importació de grans féu possible la disminució de la relació entre la població del camp i la no agrícola.¹²

Quan hom analitza les possibilitats anteriors d'avaluar la productivitat agrària, cal no oblidar que un augment eventual d'aquesta productivitat no solament respon al progrés dels instruments i de la maquinària agrícola, sinó també a l'aplicació de mètodes nous, a la millora de fems i adobs, als superiors coneixements i a les iniciatives més agudes dels pagesos, etc. Les millores tècniques no són més que un dels molts mitjans de què hom disposa per augmentar la producció.

En estudiar la influència de les circumstàncies econòmiques sobre el desenvolupament tècnic de l'agricultura, ens adonem que cal encarar-nos amb un problema complex i no prou explorat. Seria bo que posseïssim més dades sobre la durada de determinades activitats agrícoles, sobre el volum de la producció campestre que pot ser obtinguda per jornada de treball (en relació, per exemple, a la recol·lecció, la sega o la batuda), sobre la superfície que pot ser llaurada (i sembrada, segada, etc.) en cada jornada. Les dades que hom té sobre la vulgarització i l'aplicació de la nova maquinària agrícola, així com pel que fa als rendiments del camp, no són suficients. Davant la manca d'indicacions quantitatives, no és possible formar-se una opinió fonamentada sobre la pràctica agrícola al llarg de la història. Esperem que la cooperació internacional posi remei a aquesta situació.

B. H. SLICHER VAN BATH

(traducció de Carles Aliet)

12. «A. A. G. Bijdragen», 12 (1965), p. 21.