

NUOVE CONCEZIONI DELL'AGRONOMIA, CICLO GEOBIOANTROPOLOGICO E PALEOAGRONOMIA

Alle radici dell'agronomia

Giustamente Croce ci ricorda che anche i fatti più remoti sono, in un certo senso, presenti, in quanto è l'uomo d'oggi, con la sua particolare preparazione e sensibilità, che li interpreta raffrontandoli, implicitamente o esplicitamente, con analoghi fatti attuali. Così è per l'origine dell'agricoltura e della sua razionale consapevolezza, cioè l'agronomia, che possono essere analizzate e considerate solo tenendo conto di come l'agricoltura e l'agronomia sono concepite oggi. D'altra parte, nemmeno l'agricoltura e l'agronomia d'oggi possono essere veramente capite nella loro natura se si ignora come sono sorte.

Solitamente nell'ambito delle scienze empiriche si riconosce lo *status* di scienza alle conoscenze acquisite e verificabili con l'esperienza. È chiaro che, definita la categoria, si può delineare la sua origine ed evoluzione dalla immediata esperienza sensoriale consapevole alla sperimentazione condotta in modo sempre più perfezionato e razionale e generalmente interpretabile secondo principi matematici. Stando così le cose, è evidente che non si può nettamente separare, sotto il profilo concettuale, l'empirismo primordiale dallo sperimentalismo più raffinato attuale.

Così la nascita della scienza agronomica si può riconoscere nel momento in cui l'uomo acquisisce la consapevolezza che le piante utili si sviluppano spontaneamente in determinati micro- o macro- ambienti e che le condizioni specifiche essenziali di questi possono essere conservate, accresciute, riprodotte intenzionalmente.

Certamente già l'ominide (come la generalità degli altri animali riguardo ai propri alimenti) riconosceva che le piante alimentari spontanee si sviluppano nelle aree disturbate (le categorie botanico-floristiche delle piante ruderali, piante colonizzatrici, pirofite, piante nitrofile ecc.), ma è l'*Homo sapiens* che, in un dato momento della sua evoluzione culturale, intenzionalmente favorisce le piante utili spontanee, eliminando le piante inutili che ne limitano lo sviluppo, provoca artificialmente l'incendio della steppa per favorire le pi-

rofiti utili (frumento, orzo ecc.). Tutto ciò è riscontrabile anche nell'ambito di quella che gli etnoarcheologi¹ definiscono "archeologia vivente", cioè quella offerta dal comportamento umano a livello etnografico, ossia attuale. Elkin², allora presidente (1959) della sezione etnografica del CNR australiano, ci informò che gli aborigeni del suo Paese, ritenuti pre-agricoltori, prima del contatto con gli Europei già possedevano tale consapevolezza, non solo, ma nella foresta reinserivano i bulbilli d'igname selvatico nel punto stesso in cui, con un bastone, avevano scavato, acquisendolo, il grosso bulbo adulto. Cioè, grazie all'esperienza, riproducevano intenzionalmente nel suo micro-ambiente l'igname selvatico. È chiaro quindi che l'aborigeno australiano, operando in base alle consapevoli esperienze, era, sotto questo profilo, almeno in nuce, un paleo-agronomo.

Il significato più profondo e globale di agricoltura

Ma che cosa s'intende per agronomia? Opportunamente Maggiore³, rifacendosi all'etimologia⁴, ricorda che progressivamente l'agronomia ha limitato il campo delle sue indagini, mentre, sino alla fine dell'Ottocento, essa si riferiva all'elaborazione scientifica dell'intera pratica agricola. Ecco quindi che, per rispondere a questa domanda, bisogna prima chiedersi qual è il significato di agricoltura. Cavazza la definisce⁵: «Governo del sistema terreno - piante - atmosfera - altri bionti», sottolineando che attualmente il suo «ruolo» sta spostandosi da un'attività produttiva a un'attività di servizio volta anche alla «salvezza dell'ambiente». Cioè, secondo Cavazza, l'interazione sinergica, nella nostra epoca di globalismo, è da intendersi tra uomo nel suo complesso (antroposfera), mondo vegetale e animale nel suo complesso (biosfera) e il suo supporto (geosfera + atmosfera). Quindi Cavazza, con lungimiranza, non si limita a considerare il prodotto raccolto (grano, uva, cotone ecc.), ma anche

¹ M.S. SPURR, *Arable cultivation in Roman Italy c. 200 B.C. - c. A.D. 100*, London, Society for the Promotion of Roman Studies, 1986.

² A.P. ELKIN, comunicazione personale, 1959.

³ T. MAGGIORE, *Macchine agricole e agronomia*, in E. ROVIDA et al., *Passato presente e futuro delle macchine agricole*, Milano, 2000.

⁴ *agros* = campo, *nomos* = norma, indirizzo, impostazione - nell'antica Grecia, ad Atene, *agronomos* = contadino, oppure anche magistrato che amministrava i beni fondiari pubblici. È da *agronomos* che i Francesi, nel Medioevo, derivarono prima *agronome* e poi *agronomie*, da cui è derivato il corrispondente termine italiano, documentato dal 1798.

⁵ L. CAVAZZA, *Considerazioni sulle esigenze dell'insegnamento universitario per le Scienze Agrarie*, «I Georgofili. Atti dell'Accademia dei Georgofili», a. XLI, VII s., 1994, pp. 15-55. Vedi ora, dello stesso Autore, *Agricoltura: empirismo, arte o scienza?*, «Atti Società Agraria di Lombardia», 3/4, 2000, nonché *Le Scienze Agrarie nel quadro culturale della società moderna*, in Atti della Tavola Rotonda *Accademie europee di agricoltura verso il 2000*, Roma, 2001.

altri risultati, quali la bonifica dell'atmosfera sotto il profilo termico (eliminazione di calorie grazie alla traspirazione) e sotto quello dell'assorbimento dell'anidride carbonica (biossido di carbonio).

Ma anche la definizione di Cavazza non chiarisce a fondo quali siano l'oggetto e la natura di questo governo. Da un recente scritto del Bertoni⁶ si desume che, secondo la sua concezione, agricoltura significa governo del ciclo geobiologico di base, in cui si concreta l'esistenza complessiva dei viventi sulla terra. Essa è imperniata su *quattro* grandi fasi:

- 1) l'*organicazione*, da parte dei vegetali dei composti minerali (liquidi, solidi, gassosi) contenuti nella geosfera/atmosfera;
- 2) la *rielaborazione della biomassa vegetale in biomassa animale*, operata appunto dagli animali;
- 3) l'*antropizzazione* (concludentesi nell'*intellettualizzazione*), tratta dall'utilizzo della biomassa animale, integrata da quella vegetale, operata dall'uomo;
- 4) la *mineralizzazione* delle spoglie vegetali, animali e umane, realizzata dai microrganismi del suolo.

Opportunamente il Bertoni sottolinea che il «fatto» agrario si può scomporre, sezionare in parti, solo ai fini della ricerca teorica, vale a dire l'azienda agraria è un microcosmo in cui si realizza l'intero ciclo geobiologico, dall'organicazione all'antropizzazione e alla mineralizzazione. Se agricoltura significa governo del ciclo, il suo obiettivo è quello di sviluppare ciascuna fase, al fine di potenziare al massimo l'antropizzazione.

Le varie scienze si occupano quindi della razionalizzazione funzionale delle diverse fasi, compresa l'ultima, quella della mineralizzazione. Ma è forse l'agronomia la scienza che si occupa della ottimale corrispondenza tra fase e fase, onde assicurare il razionale funzionamento globale dell'intero ciclo, nell'ambito dell'azienda agricola? Che la domanda non sia campata in aria e non sia di tipo puramente teorico ce lo pone in evidenza tutta la storia dell'agricoltura.

Sotto il profilo filogenetico infatti si rileva come in particolare l'allevamento animale, sin dalle origini, sia stato connesso e interattivo con la coltivazione vegetale. Dapprima inconsapevolmente: le messi delle prime aiuole, dei primi difforni campicelli attiravano gli animali selvatici erbivori, granivori, onnivori (maiali) che così alla fine vennero antropofilizzati, cioè domestici e allevati nello stesso ambito in cui si praticava la coltivazione⁷. La produzione vegetale cioè, come ciclo produttivo dal punto di vista filogenetico, non può distinguersi né separarsi da quella animale. E deve farci riflettere il fatto che, come accenna Maggiore, sino a meno di un secolo fa, come vedremo meglio più avanti, nella definizione di agronomia compariva generalmente non

⁶ G. BERTONI, *Si può ancora parlare di animali in agricoltura?*, «Agriculture», 2, 2000, pp. 5-7.

⁷ G. FORNI, *Gli albori dell'agricoltura*, Roma, REDA, 1990, con abbondante documentazione bibliografica.

solo la produzione di materie organiche vegetali, ma anche di quelle animali. Vale a dire carne, latte, lana e altri prodotti direttamente utilizzati dall'uomo: ma, attenti bene, anch'essi derivati dalla coltivazione della terra. Gli animali allevati s'innestano nel ciclo produttivo trasformando in latte, carne ecc. le erbe, i cereali meno nobili, che rappresentano un momento intermedio nel ciclo. Non è tutto: gli animali allevati producono anche e soprattutto il letame, direttamente connesso con la fertilità del suolo e quindi con la produzione vegetale che, come si è appena visto, comprende pure la loro alimentazione. L'agricoltura, cioè l'azienda agricola produce, oltre a grani, verdure e frutti non solo carne, latte, uova, lana, ma anche letame, e, fino a ieri, energia motrice. Questi due fattori diventano costituenti fisiologici ai fini della stessa produzione vegetale: senza il letame che reintegra la fertilità dei campi e – sino a ieri – senza i buoi e i cavalli che muovono l'aratro, anche il raccolto di prodotti vegetali subisce un tracollo. Di conseguenza l'agricoltura costituisce una vera e propria simbiosi mutualistica tra animali allevati e piante coltivate. Il nucleo portante, il cardine dell'agricoltura è costituito dal sinergismo tra coltivazione e allevamento e, ritornando alla precisazione di Maggiore, sino a un secolo fa, la scienza che si occupava dell'intero ciclo geobiologico che, almeno a grandi linee, si svolge nell'azienda agricola di tutti i tempi, era l'agronomia.

Alcune definizioni di agronomia

Ma, per venire alla conclusione, vediamo qualche particolare dell'evoluzione del concetto di agronomia in Italia e all'estero. Mancini, in *Enciclopedia Agraria Italiana* (1952), alla voce *Agronomia*, parte dalla definizione che elabora nelle sue *Istituzioni scientifiche e tecniche, ossia Corso teorico e pratico d'agricoltura* (Torino, 1851-1870) il Berti-Pichat: «Applicazione dei principi scientifici alla coltivazione delle piante e all'utilizzazione dei prodotti». Questa è esposta più in dettaglio dal *Dizionario Enciclopedico Treccani* (1955) che, adottando quella del Berti-Pichat, precisa che essa costituisce una sintesi applicativa dei principi scientifici tratti da ecologia, pedologia, climatologia e così via, sino a zootecnia, enologia e caseificio. Essa in sostanza corrisponde a quella che ne danno gli agronomi francesi, per i quali «l'agronomia ha per obiettivo l'evidenziare le relazioni reciproche tra agrologia, fitologia, zoologia, economia rurale, al fine di individuare le norme che permettono di realizzare (nell'azienda e quindi nel territorio) la produzione ottimale di materie organiche vegetali e animali», definizione che compare già nel *Dizionario Larousse Agricole* del 1921, da cui derivano quelle più sintetiche contenute nei *Dizionari Robert* del 1993 e del 1995. Né sostanzialmente molto diversa è quella recente e con interessanti sfumature antropologiche, del Boulaine, docente all'Institut National Agronomique, autore della pregevole *Histoire de l'agronomie en France*⁸ il quale, rifiutando la de-

⁸ J. BOULAIN, *Histoire de l'agronomie en France*, Parigi, 1996.

finizione del Sebillotte, docente di agronomia nel medesimo istituto⁹, che la considera un sinonimo di "fitotecnica", seppure con una particolare attenzione alla relazione della pianta con l'ambiente suolo e alla sua fertilità, la reputa il «*corpus* delle conoscenze relative alla messa in valore, allo sviluppo delle produzioni e alla conservazione del mondo rurale dei sistemi che ne permettono l'applicazione».

Pure globale è la definizione che ne offrono il *Webster Dictionary* americano, nella sue varie edizioni, e l'*Oxford Dictionary* inglese (1987), che però pongono l'accento sull'agronomia come scienza e arte della gestione dell'attività agraria.

Maggiore¹⁰ precisa poi – come si è visto – che, per le esigenze della progressiva specializzazione scientifica e tecnica, anche l'agronomia deve oggi limitare il suo ambito. Così Mancini¹¹ e Cavazza¹² in definitiva accolgono la definizione di Pantanelli, per il quale «l'agronomia è la conoscenza dei fattori che dominano la produzione vegetale e l'arte di regolarla in modo da ottenere la massima produzione». Haussmann, in *Dizionario di agricoltura* (1956) definisce l'agronomia come disciplina che si occupa delle relazioni terreno/pianta, al fine di renderle ottimali, ma precisa che essa persegue questo obiettivo coordinando tutti gli altri molteplici fattori della produzione agraria visti nella loro interdipendenza e correlazione.

Più recente è la definizione del Giardini¹³: «Scienza che studia le influenze reciproche tra ambiente e agricoltura, gli interventi dell'uomo sui fattori che determinano la produzione vegetale agraria, le risposte quantitative e qualitative delle colture a detti interventi nonché i loro effetti sulle modalità del processo produttivo e sulla fertilità del suolo». Definizione che però Maggiore¹⁴ ritiene necessario completare con l'aggiunta «tenendo conto degli obiettivi economici». Aggiunta determinante in quanto è essa che permette coerenza e il collegamento della *produzione vegetale* focalizzata dall'agronomo fitotecnico-pedologo con la *produzione animale* (comprendente, non dimentichiamolo, anche il letame), gestita dallo zootecnico e quindi l'aggancio tra le due fasi del ciclo geobiologico aziendale. Infatti, come sottolineano ancor oggi gli agronomi più avvertiti (tra questi lo stesso Giardini che, nel suo trattato di agronomia, dedica largo spazio all'argomento) la conservazione e il potenziamento della fertilità del suolo, la sua protezione antierosiva esigono un'abbondante presenza di humus. Questo deriva principalmente appunto –

⁹ M. SEBILLOTTE, D. GODARD, *La fertilité: lecture agronomique de pratiques sociales*, in L. SEGRE, *Agricoltura, ambiente e sviluppo agronomico nella storia europea*, Milano, 1993, pp. 165-226.

¹⁰ T. MAGGIORE, *Macchine agricole e agronomia*, cit.

¹¹ Voce *Agronomia* in *Enciclopedia Agraria Italiana* (1952).

¹² L. CAVAZZA, *L'insegnamento delle materie agronomiche ...*, cit.

¹³ L. GIARDINI, *Agronomia generale, ambientale e aziendale*, Bologna, 1992.

¹⁴ T. MAGGIORE, *Macchine agricole e agronomia*, cit.

secondo una lunga tradizione – dal letame. Per tale motivo, criticando chi avventatamente fa unico affidamento, per il rinnovo e il potenziamento della fertilità, sull'utilizzo di concimi chimici, quel grande nostro agronomo che fu l'Oliva, giustamente scriveva, già mezzo secolo fa: «Tra i suggerimenti di Catone, Virgilio e Columella – tutti esaltanti le virtù del letame – e quelli di Liebig – il padre della concimazione chimica – la vincono di gran lunga quelli dei primi. Le proposte di Liebig possono solo integrare, non sostituire, gli insegnamenti degli agronomi antichi»¹⁵.

Si tratta quindi di un aggancio-saldatura che, per l'agronomo consapevole, costituisce un obiettivo tecnico e quindi economico determinante. Certamente però questo obiettivo sarebbe molto più facilmente raggiungibile e attuato in modo funzionale e, per così dire, dato per scontato, se l'insegnamento dell'agronomia venisse almeno introdotto contemplando la reciproca relazione tra coltivazione e allevamento. Il che ovviamente non significa che il docente di agronomia debba insegnare anche zootecnia.

A quanto pare, i Paesi anglosassoni e, secondo quanto scrive (a p. 16) Cavazza¹⁶, anche i Paesi dell'Europa orientale, almeno concettualmente e sotto il profilo gestionale, conservano la considerazione unitaria del ciclo geobiologico aziendale. Non parliamo poi di certi autorevoli agronomi francesi, quali il Boulaine, che, come si è visto, fanno considerare dall'agronomia l'intero mondo rurale, persino sotto il profilo della sua conservazione come bene culturale.

Conclusioni

Il fatto che, nel nostro Paese, l'agronomia oggi focalizzi soprattutto la produzione vegetale nell'ambito del rapporto pianta-suolo (ambiente) è spiegato dalle esigenze della ricerca che in effetti nei nostri istituti agronomici, come poi avviene nella realtà, anche in quella degli altri Paesi, si svolge solo relativamente a questo ambito. Malgrado ciò, come si è sottolineato in precedenza, è necessario che almeno, nella formazione dell'agronomo, ci sia una disciplina che contempli l'agricoltura praticata nell'azienda nella sua unità funzionale. Se questa non può più essere l'agronomia, forse potrebbe essere l'ecologia agraria a sostituirla. Ma sempre con il grave handicap della sua inevitabile posizione accentuatamente astratta. Soluzioni peggiori sarebbero quelle di affidare questo compito all'economia agraria o all'estimo, data la visuale estremamente parziale – anche se importante – di queste discipline.

Forse la soluzione concreta più adeguata potrebbe essere quella di inseri-

¹⁵ Sintetizzato da A. OLIVA, *Trattato di agricoltura generale*, Milano, 1948, p. 534.

¹⁶ L. CAVAZZA, *L'insegnamento delle materie agronomiche nel quadro dell'istruzione universitaria*, «Il Dottore in Scienze agrarie», 10, 1966, pp. 15-29.

re nei corsi universitari d'agronomia una sostanziosa introduzione, come si è sopra accennato, scientificamente documentata, sulla "fisiologia" biologico-tecnico-antropologica dell'azienda agricola come unità funzionale. Essa dovrebbe essere possibilmente illustrata anche nella sua dimensione temporale. Solo in tal modo l'allievo potrà rendersi conto in maniera unitaria di tutti i fattori che determinano la produzione complessiva di un'azienda agricola e della loro necessaria stretta interazione. Questa risulta poi tanto più evidente se la fisiologia dell'agricoltura, ovverosia il ciclo geobiologico, è contemplato in ambito territoriale piuttosto che nel microcosmo della singola azienda. È in questa ottica che può essere meglio focalizzato il passaggio spoglie/rifiuti organici → loro mineralizzazione, inserendo nel territorio il capoluogo locale, la grande città, da un lato con i suoi ingenti consumi/rifiuti, dall'altro con la sua rilevante produzione intellettuale (Università ecc.).

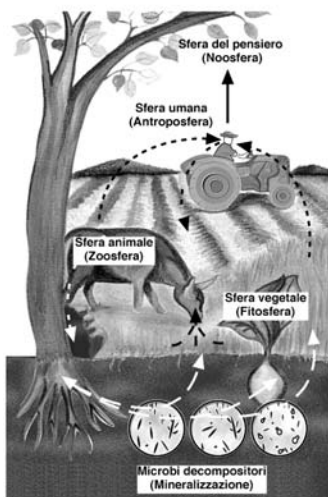
In quest'ultima prospettiva, come può essere perfezionata la definizione del Giardini, tenendo conto sia dell'apporto dell'ecologia sia di quanto, utile ancor oggi, suggerisce la paleoagronomia? Ciò può avvenire in diversi modi, secondo la prospettiva adottata.

Una definizione secondo la prospettiva un po' avveniristica che dell'agricoltura quale attività di servizio (evidentemente proficua sia per l'operatore agricolo come per la massa degli utenti) ha dato il Cavazza, potrebbe essere: «Agronomia è la scienza che ricerca e propone, nell'ambito aziendale, le forme più efficaci di sviluppo del ciclo geobiologico di base, nel quadro dell'interazione sinergica e mutualistica (cioè a reciproco vantaggio) tra uomo (= antroposfera), biosfera, geosfera, atmosfera», con focalizzazione della produzione vegetale. Dagli scritti del Cavazza e del Bertoni infatti risulta implicito che vi sia un equilibrio ottimale tra i viventi, nel quale ogni specie vivente svolge una sua funzione e quindi è utile, così pure esiste un equilibrio tra i viventi e l'ambiente fisico, che torna a vantaggio reciproco. È tale equilibrio che l'agronomia deve perseguire tenendo conto che nell'evoluzione dell'ecosistema globale terrestre la specie umana, da specie accidentale qual era ai primordi dell'ominizzazione, sta divenendo specie via via sempre più predominante. È evidente che l'evoluzione tecnologica e quindi culturale umana implica una corrispondente evoluzione ottimale dell'equilibrio predetto.

Altre definizioni si possono desumere da quanto si è sopra esposto, da cui risulta che, sebbene lungo i secoli, anzi i millenni, vi siano state diverse concezioni dell'agronomia, esse, anche le più embrionali, erano tutte impregnate sul principio d'intervenire, in maniera ragionata e comunque consapevole, sulla realtà geobiologica spontanea, naturale, come in quella già modificata dall'uomo, in tutti i modi possibili. Ciò a seconda del livello tecnico-conoscitivo posseduto: proteggendo, selezionando, riproducendo gli esseri viventi, onde esaltarne l'utilità e modificandone a tal fine l'habitat. Nei millenni e nei vari Paesi sono mutati e mutano i mezzi, i modi e gli obiettivi d'intervento, così che anche oggi coesistono diverse concezioni dell'agronomia (ed è forse per questo che Saltini, a conclusione della sua opera in quattro volu-

Ciclo geobioantropologico e agronomia

AGRICOLTURA è la cooperazione, vale a dire l'interazione sinergica (simbiosi) dell'uomo con l'intero mondo vegetale e animale, cioè con la Biosfera. Oggi anche l'ambiente biologico dei mari e delle foreste deve essere sempre più protetto contro l'inquinamento e sempre più potenziato cioè coltivato. Quindi, con il suo progressivo sviluppo, l'agricoltura, partita dallo stadio embrionale preistorico sta dilatandosi ad uno stato globale: AGROSFERA. Questa viene a comprendere l'intero ciclo del mondo vivente (CICLO GEOBIOANTROPOLOGICO) strutturato in cinque grandi fasi:



- 1 Organizzazione da parte dei vegetali, direttamente o indirettamente coltivati, in biomassa vegetale (FITOSFERA) dei composti minerali (liquidi, solidi, gassosi) contenuti nella GEOSFERA / ATMOSFERA.
- 2 Rielaborazione da parte degli animali, direttamente o indirettamente allevati, della biomassa vegetale in biomassa animale (ZOOSFERA).
- 3 Antropizzazione (ANTROPOSFERA) ed
- 4 Intellettualizzazione (NOOSFERA), operate dall'uomo, mediante la rielaborazione della biomassa animale e vegetale, con produzione del pensiero.
- 5 Mineralizzazione delle spoglie vegetali, animali e umane, realizzata dai microrganismi del suolo.

IL CICLO GEOBIOANTROPOLOGICO

- | | | |
|---------------------------|---------|--|
| 1. Organizzazione | --- | Le piante assorbono composti minerali dal terreno e dall'aria. |
| 2. Rielaborazione animale | - - - | Gli animali erbivori si nutrono di vegetali. |
| 3. Antropizzazione | | L'uomo rielabora la biomassa vegetale e animale. |
| 4. Intellettualizzazione | ———— | Produzione del pensiero. |
| 5. Mineralizzazione | - - - - | Le spoglie degli esseri viventi sono decomposte nel terreno e nell'atmosfera e trasformate in composti minerali, che così possono essere assorbiti dalle piante. |

L'agricoltura non è solo la straordinaria mammella che nutre una decina di miliardi di persone, ma controlla con la sua biomassa vegetale l'equilibrio termico - climatico dell'atmosfera, assorbendo il biossido di carbonio e riducendo con la traspirazione delle foglie il surriscaldamento.

L'agronomia (dal greco **Agros**=campo e **Nomos**=indirizzo, norma) embrionalmente presente già dalla preistoria, indirizza l'uomo nel potenziamento e sviluppo del ciclo geobioantropologico, cioè verso una sempre più efficace e razionale agricoltura, vale a dire nella realizzazione di una sempre più intensiva e funzionale **agrosfera**.

Fig. 1 Il progresso nella teorizzazione scientifica consiste anche nel realizzare un'impostazione sempre più unitaria delle basi di una scienza. Si veda ad es. in fisica la teoria della relatività in confronto alla fisica di Newton. L'«agronomia» intesa come disciplina applicata allo sviluppo razionale del «ciclo geobioantropologico» connette in un quadro unitario una miriade di discipline, pure ed applicate

mi sulla *Storia delle Scienze Agrarie* – 1984/1989 – non giunge ad alcuna definizione di essa): da quella a obiettivo più ristretto propria del ricercatore sperimentale (Sebillotte, Maggiore, Giardini) che mira ai risultati ottimali sotto ogni profilo delle coltivazioni, a quella (Boulaine) dell'agronomo dotato di una visuale interdisciplinare (antropologico-bioecologico-storica, oltre che economico-tecnica) il cui oggetto è la "fisiologia", analizzata scientificamente, dell'agricoltura nel suo complesso aziendale o regionale, e il suo razionale potenziamento. Solo apparentemente analoga in quanto globale, ma diversa, in quanto centrata sull'aspetto gestionale, è, come si è visto, la concezione agronomica vigente nei Paesi anglosassoni.

GAETANO FORNI

TRA STORIA E FUTURIBILE:
DALLA PRIMA ALLA SECONDA RIVOLUZIONE VERDE

L'India invita il professor Borlaug

La Rivoluzione verde, la diffusione delle nuove varietà di cereali che hanno consentito di nutrire, tra il 1960 e il 2000, la popolazione vivente tra le fasce tropicali, due miliardi di uomini che si sono convertiti in quattro accrescendo il consumo quotidiano da 2400 a 2700 calorie, attende chi ne scriva la storia. Un economista indiano operante nel contesto del Cimmyt, l'istituto internazionale per il miglioramento del mais e del frumento che ha sede nel cuore del Messico, Prabhu Pingali, ha proposto di fissarne l'inizio in corrispondenza all'acquisto, nel 1966, di 18.000 tonnellate di frumento messicano da parte del Ministero dell'agricoltura dell'India. All'inizio degli anni '60, riferisce Pingali, il Parlamento indiano era impegnato in dispute degne di un consesso bizantino sulla direzione da imprimere allo sviluppo dell'agricoltura: a chi proponeva di dare impulso all'irrigazione v'era chi rispondeva che l'irrigazione richiedeva motopompe, macchine occidentali, a chi proponeva di promuovere l'uso dei fertilizzanti qualcuno ribatteva che anche i fertilizzanti erano creature dell'industria europea, e che diffonderne l'uso avrebbe accresciuto le importazioni di prodotti dell'Occidente. Sarebbe stata la prospettiva di una carestia di proporzioni apocalittiche a suggerire la soluzione del dibattito sulla quintessenza dello sviluppo agricolo, operando la scelta definitiva per una nuova agronomia.

Raggiunta l'indipendenza, riferisce ancora Pingali, mentre le dispute filosofiche rimandavano ogni impegno concreto per sviluppare l'agricoltura, l'India aveva conosciuto una serie successiva di carestie, e il pessimo raccolto del 1965 riduceva le disponibilità alimentari pro capite al livello più basso dalla Seconda guerra mondiale. Mentre ferveva il dibattito parlamentare, le stazioni sperimentali indiane avevano eseguito prove di coltura delle varietà di frumento create, in Messico, dall'americano Norman Borlaug sotto gli auspici della Fondazione Rockefeller, che nel 1943 aveva finanziato un programma di miglioramento genetico delle piante essenziali dell'agricoltura messicana. Di

taglia "seminana", quindi in grado di maturare raccolti cospicui senza allettare, i frumenti di Borlaug, già ampiamente diffusi in Messico, avevano superato del 30 per cento la produzione media delle varietà indiane, che, troppo alte, non sopportavano l'impiego di fertilizzanti, e, concimate, si prostravano al suolo. I risultati avevano indotto il Governo indiano ad invitare Borlaug per una visita ufficiale, che si era compiuta nel 1963. La certezza che al secondo raccolto deficitario sarebbe seguita una carestia di dimensioni senza precedenti induceva il Governo a rigettare i dubbi sui connotati "occidentali" di uno sviluppo agricolo fondato sulla genetica e sui fertilizzanti e il ministro dell'agricoltura, C. Subramaniam, disponeva l'acquisto di 18.000 tonnellate di frumento da seme dal Messico, un paese del Terzo Mondo, peraltro, le cui sementi non potevano essere qualificate sementi "occidentali".

L'orgoglio indù era salvo, secondo Pingali quella nave di frumento avrebbe salvato l'India dalla fame, un'asserzione difficilmente condivisibile siccome con 18.000 tonnellate di frumento non si seminano che 1.000 ettari, sui quali, anche ottenendo una resa superiore del 30 per cento a quella delle varietà locali, non si può produrre tanto frumento da risolvere i problemi alimentari di un paese di 400 milioni di abitanti. Non v'è dubbio, peraltro, che riseminando tutto il frumento prodotto al primo anno, al terzo raccolto se ne può ottenere tanto da contribuire significativamente a sfamare un paese dalle dimensioni demografiche dell'India.

Norman Borlaug aveva ottenuto i frumenti con cui aveva moltiplicato la produzione messicana secondo le procedure della genetica classica, le procedure applicate da Louis de Vilmorin in Francia nell'Ottocento, da Nazareno Strampelli, in Italia, durante la "battaglia del grano", l'unica battaglia coronata da successo delle guerre di Mussolini, sempre sfortunato nella scelta dei generali, cui circostanze felici offrirono i servizi di Strampelli, pronto, per parte sua, a dare ai suoi frumenti i nomi dei parenti prossimi del Duce, al tempo della "battaglia del grano" condizione di successo anche per una pianta di nuova creazione. Quei metodi consistono, essenzialmente, nell'identificazione di un obiettivo, ad esempio la costituzione di un frumento a taglia bassa di elevata produttività, nella scelta delle linee parentali di cui procedere all'incrocio, nel caso assunto ad esempio una linea di elevata produttività e una di taglia bassa, nella realizzazione dell'incrocio tra centinaia di spighe delle due linee, nella verifica in campo, tra le migliaia di combinazioni che si realizzano tra i due corredi genetici, di quelle che associno i caratteri desiderati nei rapporti più favorevoli.

Data la pluralità dei geni coinvolti nell'espressione dei due caratteri, alcuni dei quali possono essere incompatibili, tra le migliaia di combinazioni che si ottengono, per elementari ragioni statistiche, dall'incrocio casuale, non è scontato sia sempre presente la combinazione ideale, che, magari, ottenuta, può dissolversi alla seconda generazione. Si può credere di averla ottenuta decine di volte, per riscontrare, decine di volte, con prove parcellari di dimensioni sufficienti, di avere colto un abbaglio. I grandi genetisti, Vilmorin,

Strampelli, Borlaug, sono sempre stati, un poco, maghi della riproduzione vegetale, esseri dotati di una percezione singolarissima, capaci di intuire, davanti ad una spiga non ancora in fiore, di essere di fronte al tipo che si erano proposti di ottenere. Ma anche ai maghi della riproduzione vegetale può capitare di ripetere per anni lo stesso incrocio senza ottenere la combinazione sperata. Il lavoro di ibridazione e fissazione secondo le tecniche tradizionali richiede decenni di attesa dei risultati, che difficilmente corrispondono esattamente ai propositi: il risultato migliore è una pianta che coincida "pressapoco" con il modello che ci si proponeva.

Consentono di realizzare la combinazione che si desidera liberando dall'onere di verificare e scartare tutte quelle alternative le tecniche della nuova biologia molecolare, i cui sviluppi più recenti permettono, identificato il gene che si voglia introdurre nel patrimonio di una pianta determinata, di prelevare dalla pianta che ne sia in possesso e di inserirlo, nel corredo genetico della pianta da migliorare, nell'esatta posizione del cromosoma in cui potrà esplicare le proprie potenzialità. Le nuove metodologie sono venute perfezionandosi, negli anni più recenti, con una rapidità che sarebbe stato difficile prevedere solo dieci anni addietro, aprendo al rimodellamento delle piante coltivate prospettive assolutamente nuove, prospettive che è interessante valutare nella cornice degli interrogativi sulla capacità dell'agricoltura del globo di realizzare quell'incremento delle produzioni che è urgente in tutti i paesi posti tre le fasce tropicali, un incremento che è incerto possa contare su mezzi diversi.

Nell'ultimo cinquantennio la popolazione del Globo è raddoppiata, tra il 1950 e il 1990, passando da 2,5 a 5 miliardi, cui un miliardo si è aggiunto nel decennio successivo. La produzione di cereali è, contemporaneamente, triplicata, passando da 600 a 1900 milioni di tonnellate, ma le disponibilità alimentari non sono aumentate in proporzione identica, gran parte della nuova produzione essendo stata destinata alla trasformazione in latticini, carne d'allevamento e birra nei paesi più ricchi: mentre negli Stati Uniti il consumatore medio dispone, ogni anno, di 800 chilogrammi di cereali, che ingerisce trasformati in *beef*, *beer*, *butter*, vi sono paesi dell'Africa e dell'America latina dove il consumo medio di cereali non supera i 180 chilogrammi, ingeriti, evidentemente, in forma diretta, come ciotola di riso o *tortilla* di mais.

L'analisi dei fattori che hanno contribuito all'imponente crescita delle produzioni dimostra che questa ha potuto contare su quattro elementi capitali: la dilatazione delle superfici coltivate, tra il 1950 e il 2000 ampliatesi di 165 milioni di ettari; quella delle superfici irrigate, che dall'escavazione dei primi canali in Caldea e in Egitto tre millenni di lavoro umano avevano portato a 50 milioni di ettari all'alba del secolo, che raddoppiavano nel 1950 e toccavano i 260 milioni nel 1999; l'aumento dell'impiego di fertilizzanti, tra il 1950 e il 1989 salito da 14 a 146 milioni di tonnellate, un aumento che ne cela uno maggiore, siccome il titolo dei fertilizzanti più recenti è mediamente maggiore di quello dei concimi di impiego comune negli anni '50. Quarto dei fatto-

ri propulsivi, le creazioni della genetica, che hanno consentito di accrescere i rendimenti di tutte le piante coltivate, in primo luogo dei membri della famiglia da cui dipende, direttamente o indirettamente, l'alimentazione umana, i cereali. È stato per il contributo prestato al miglioramento delle produzioni di frumento che nel 1970 Norman Borlaug è stato insignito del premio Nobel.

Popolazione e alimenti

La storia della produzione di alimenti nel cinquantennio della Rivoluzione verde deve ancora essere scritta: quando lo sarà dovrà essere misurato il contributo specifico di ciascuno dei quattro fattori al grande balzo delle produzioni agricole. Quel cinquantennio è destinato, peraltro, a restare iscritto nella storia dei rapporti tra l'uomo e le risorse naturali quale età senza precedenti e senza possibilità di repliche. Senza precedenti perché nel suo cammino millenario l'umanità non aveva mai realizzato, in tempi tanto brevi, un incremento paragonabile delle disponibilità alimentari, senza possibilità di repliche perché di quei quattro fattori tre non potranno esprimere, nei decenni futuri, un'efficacia comparabile a quella manifestata nei decenni trascorsi. Salvo, forse, il Sud America, nuove superfici da conquistare all'agricoltura non esistono più, sui sei continenti, per consenso unanime di agronomi e geografi. Quanto l'agricoltura possa sottrarre ancora alle foreste equatoriali non compenserà, in futuro, le superfici che nei paesi di cui è in corso l'industrializzazione aree urbane, industriali e reti viarie sottrarranno alle coltivazioni. Nuove imponenti realizzazioni irrigue non sono sicure in nessun continente, gli ultimi grandi progetti debbono confrontarsi con l'opposizione più tenace tanto all'interno dei paesi che li hanno apprestati, per il rifiuto delle popolazioni interessate ad abbandonare le aree destinate agli invasi, quanto all'esterno, per le conseguenze ecologiche temute da naturalisti e climatologi, le cui preoccupazioni non possono non influenzare le istituzioni finanziarie internazionali che dovrebbero erogare le somme necessarie alla realizzazione dei progetti.

Un incremento ulteriore del consumo di fertilizzanti sarebbe, peraltro, difficilmente compatibile con gli equilibri naturali: vi sono, senza dubbio, paesi dove l'impiego attuale è tale da rendere impensabile il progresso delle produzioni senza apporti più significativi dei principi chimici della fertilità, ma su scala planetaria l'incremento nelle aree dove si verifici una reale carenza dovrebbe essere compensato da un uso più equilibrato nelle aree dove il consumo è oggi particolarmente elevato, in specie nelle grandi aree maidicole europee e nordamericane, dove i seminati ricevono apporti di azoto superiori ai 300 chilogrammi per ettaro, una quantità che le colture non assorbono completamente, il cui esubero non può non raggiungere le falde freatiche.

Se tre dei fattori che hanno alimentato il progresso delle produzioni negli ultimi cinquant'anni debbono reputarsi praticamente neutralizzati, l'incremento futuro non può fondarsi che sul quarto, la genetica. Ma quell'incre-

mento demografi e uomini politici auspicano sia rapido e ingente: voci autorevoli proclamano la necessità di raddoppiare le produzioni agricole in trent'anni, l'obiettivo che fu proposto all'agricoltura del globo, nel 1974, dalla Conferenza sull'alimentazione indetta dall'Onu a Roma, un obiettivo che è stato mancato, che sarà tanto più arduo conseguire nei primi tre decenni del 2000. Ma a una meta tanto ambiziosa non può certamente mirarsi attendendo i risultati di un lavoro di ibridazione realizzato secondo le metodologie tradizionali, con i loro tempi decennali o ventennali: se la genetica è rimasto l'unico dei fattori di incremento delle rese dei cereali, il miglioramento genetico deve essere affrontato con la rapidità che consente solo la nuova biologia molecolare, con la sua capacità di produrre un ibrido, identificato il gene nuovo da introdurre in una pianta qualsiasi, in poche ore.

Sospingendo la vista nei decenni prossimi, all'annullamento, che si è verificato, di alcuni dei fattori capitali dell'aumento delle produzioni nel cinquantennio trascorso, si deve sommare l'effetto di coazioni e limiti nuovi, primi tra gli altri il depauperamento dei suoli che si constata nei paesi collocati tra le fasce tropicali, dove la terra è sottoposta ad una pressione agricola senza precedenti dall'alba della coltivazione, e la crescente competizione che per la disponibilità delle risorse idriche oppone all'agricoltura l'industria e le esigenze civili. In molti paesi l'agricoltura sta sfruttando risorse idriche di falda, che consuma in misura superiore alla rigenerazione naturale, in altri sarà presto costretta a sostituire l'impiego di acque vergini con acque reflue, che potranno contenere componenti chimiche tossiche, capaci, in tempi lunghi, di saturare i colloidi del terreno e di risultare nocive alle colture.

L'insieme del quadro pare obbligare a riconoscere che il progresso genetico dovrà procedere con una rapidità che, potendo contare su fattori complementari, non appariva indispensabile in passato, che non sarebbe, del resto, stata possibile. Gli obiettivi che l'agricoltura proporrà all'attività di costituzione vegetale saranno, per di più, assai più complessi che in passato, pretendendo la combinazione di una produttività elevata con la capacità di resistere a fattori limitanti, supponiamo, ad esempio, varietà di mais capaci di rendimenti elevati in condizioni di scarsa disponibilità di acqua e fertilizzanti. La combinazione impone di associare serie di caratteri genetici, quindi contesti di geni, tanto complesse da rendere impensabile l'ottenimento della pianta desiderata mediante l'ibridazione spontanea, anche se alla scelta delle linee derivate procedessero genetisti della statura di Strampelli o Borlaug. Obiettivi tanto complessi possono essere perseguiti solo mediante i mezzi dell'ingegneria genetica.

Disponibilità caloriche e paura genetica

Di fronte all'entità degli obiettivi, all'urgenza della loro realizzazione, all'impossibilità di fonderne il perseguimento sull'insieme dei fattori che hanno sospinto l'incremento delle rese in passato, in misura cospicua non più utiliz-

zabili, appare quantomeno velleitario il grido d'allarme di chi paventa che le nuove metodologie di conversione dei corredi genetici delle piante possano arrecare danni alla salute dell'uomo. Tradisce l'inconsistenza del timore la vacuità scientifica delle argomentazioni di chi alza quel grido, sempre fondate su una conoscenza del tutto superficiale dei processi di cui denuncia la pericolosità, accompagnata, peraltro, al sistematico rifiuto al confronto con gli specialisti di biologia. Chi denuncia i pericoli dei procedimenti della biologia molecolare lo fa, cioè, balbettando ragioni scientifiche che è incapace di formulare coerentemente, rifiutando, per principio, gli argomenti di chi, con padronanza di conoscenze, si impegna a spiegare quanto i critici estemporanei dimostrano di ignorare.

Ma più ancora che inconsistente sul terreno scientifico, l'allarme appare del tutto ignaro degli imperativi alimentari della popolazione del Pianeta. Nata e diffusa in paesi dove i problemi dell'approvvigionamento alimentare sono stati rigettati nel passato remoto, dove sono più pressanti i rischi di sovralimentazione che i pericoli di sottoalimentazione, la paura genetica si rivela, più che problema della sfera alimentare, disagio psicologico di una frazione di una piccola parte dell'umanità, i seicento milioni di esseri umani di razza bianca che vivono sulle sponde opposte dell'Atlantico. Seicento milioni di uomini su sei miliardi, uno dei quali costretto a misurarsi quotidianamente con l'arduo problema della ciotola di riso, tre visceralmente ansiosi di abbandonare la dieta della ciotola di riso per una dieta più varia, in cui compaiano le tre "b" che costituiscono privilegio dell'Europa e dell'America settentrionale.

Ove se ne estendano i limiti oltre le date fissate da Pingali, la prima Rivoluzione verde è stata il processo che, al raddoppio, in meno di cinquant'anni, della popolazione mondiale, ha accompagnato la triplicazione della disponibilità di cereali, che non si è tradotta, tuttavia, nell'innalzamento dei consumi alimentari di tutti gli abitanti del globo, che nella media hanno migliorato la propria dieta di 300 calorie quotidiane. Che una minoranza della minoranza che ha goduto del progresso delle produzioni come di beneficio esclusivo pretenda di proscrivere gli strumenti con cui la maggioranza della popolazione mondiale può migliorare la propria dieta appare quantomeno paradossale.

Esaurito l'effetto cumulativo dei fattori che del grande processo hanno costituito il propellente, se l'umanità, il numero dei cui membri continua a moltiplicarsi, dovrà essere sfamata tra trent'anni, è indispensabile che alla prima segua una seconda Rivoluzione verde, che non potendosi estendere le superfici coltivate, in specie le aree irrigue, né accrescere l'uso dei fertilizzanti, dovrà fondarsi su un impiego più razionale di tutte le terre coltivate, tutelando la feracità dei suoli, impiegando funzionalmente risorse idriche sempre più scarse, somministrando i fertilizzanti secondo tecniche che uniscano efficienza e parsimonia.

Ma, insieme all'impiego più funzionale dei fattori della produzione di cui

non è possibile accrescere le disponibilità, il perno degli sforzi non potrà non corrispondere all'adozione generalizzata degli strumenti della genetica per creare cereali corrispondenti alle esigenze specifiche di ogni regione agraria, cereali che rispondano, cioè, alle peculiari condizioni di lunghezza del giorno e di acidità dei suoli, di povertà di macro e microelementi, di scarsità di acqua di ogni specifica area geografica. Se vi sarà, cioè, seconda Rivoluzione verde, essa sarà, necessariamente, la rivoluzione della genetica. Tra i tropici quattro miliardi di uomini, che in trent'anni saranno saliti almeno a sette, ne attendono i risultati. Frange esagitata della frazione che gode, nei paesi occidentali, dei piaceri esclusivi della dieta delle tre "b" continueranno a protestare chiassosamente: se potranno consumare *beef, butter, beer*, i popoli dell'Asia, dell'Africa, dell'America meridionale ignoreranno tranquillamente le loro grida.

ANTONIO SALTINI

NOTA BIBLIOGRAFICA

L.R. BROWN, *Who will feed China?*, New York-London, 1995; F. SALAMINI, *Sustainable agricultural production*, in B. HEAP, J. KENT, *Towards sustainable consumption. A European perspective*, London, 2000; G. MEDICI, *La questione alimentare nel mondo. Riflessioni e documenti*, Bologna, 1975; P. PINGALI, M. SHAH, *India and Mexico: an agricultural partnership*, Mexico, 1998; P. PINSTRUP ANDERSEN, R. PANDYA LORCH, *Can Everybody Be Well Fed by 2020 without Damaging Natural Resources?*, Mexico, 1997; A. SALTINI, *I semi della civiltà. Frumento, riso e mais nella storia delle società umane*, Bologna, 1996; ID., *Limiti biologici e produttività agraria*, «Agricoltura», 4, 2000; ID., *La popolazione non si arresta. La biologia accetta la sfida alimentare*, «Terra e vita», n. speciale, 5, 1988; Food and Agriculture Organization, *World agriculture towards 2010. An Fao study*, a cura di N. Alexandratos, Chichester, 1995.

