

Un libro eccezionale “si tiene” dall’inizio alla fine, in una coerenza di pensiero forte e gentile, ed è dalla citazione della prima pagina de *Il suolo, un patrimonio da salvare* di Claude e Lydia Bourguignon (Slow Food editore), che troviamo il senso semplice e profondo dell’idea, che il libro fa messaggio:

Ma nel seno di una terra ignota non affondare inutilmente l’aratro (Virgilio, Georgiche)

Il libro *Il suolo, un patrimonio da salvare*, di cui tenteremo di fornire una sintesi, propone una teoria del suolo, inteso come sottile strato compreso tra la roccia inorganica e la superficie terrestre, denuncia l’immoralità dell’agricoltura industriale e propone una nuova concezione dell’agricoltura, “una nuova concezione, non una nuova tecnica”. Come già si capisce, è un testo fortemente critico nei riguardi dell’approccio industriale e produttivistico, in materia di produzione alimentare, ma non solo.

La passione che anima il libro nella sua difesa della sacralità del suolo è accompagnata dalla precisa descrizione del ruolo fondamentale svolto dai contadini che, nei tempi lunghi della storia, lo hanno creato, rispettato e protetto. Il testo non manca di sottolineare gli aspetti sia materiali che spirituali del rapporto dei contadini con i loro suoli; quest’ultima, probabilmente rappresenta la motivazione profonda della dedizione dell’uomo nella sua millenaria esistenza di pastore ed agricoltore.

Ma, i coniugi Bourguignon sono anche degli scienziati, per cui il testo presenta i risultati di analisi rigorose dei processi di evoluzione, miglioramento e degrado effettuate sui suoli di mezzo mondo, arricchiti di esempi sia positivi che negativi, dalla preistoria ai giorni nostri, di grande godimento per il lettore. In futuro, sarebbe interessante, anche per dei ricercatori, confrontare il lavoro dei coniugi Bourguignon con la teoria e la pratica dell’agricoltura naturale sviluppata da Masanobu Fukuoka. Di seguito, la sintesi per estratti.

-0-

Introduzione

[...] le cose cambiano, le colonne del tempio vacillano, qua e là scoppiano piccoli incendi: lo scandalo della mucca pazza o del maiale alla diossina, l’erosione drammatica dei suoli, le carestie sistematiche del continente africano. La gente avverte confusamente che qualcosa non funziona: le campagne sono maleodoranti, i paesaggi agricoli diventano più brutti, il cibo è sempre più insipido. La gioia di mangiare abbandona le nostre tavole, l’alimentazione industriale sostituisce quella artigianale e mangiare bene diventa un lusso riservato ai più abbienti. Questo scivolamento progressivo da un’alimentazione a un cibo insipido e sterile è sembrato fino a un certo punto ben accetto alla popolazione: dopo tutto, se non si mangia più, almeno ci si nutre. E’ avvilente ma senza pericoli, triste ma molto rassicurante. Ma ecco che questo cibo industriale provoca una pandemia che comincia a preoccupare la gente: l’obesità. D’un tratto, le nostre convinzioni vanno in pezzi. E se i media mentissero? E se l’aumento trionfante delle speranze di vita fosse solo temporaneo? E se l’avvenire non fosse così radioso come ci promette la pubblicità? In questo caso, forse, saremmo più disposti ad ascoltare un discorso diverso dal pensiero unico che da mezzo secolo soffoca l’agricoltura.

Mentre le arature favoriscono il riscaldamento planetario provocando la perdita di materia organica sotto forma di anidride carbonica, la semina diretta sotto copertura diviene la nuova tecnica agricola capace di proteggere i suoli e l’atmosfera. Lasciando, infatti, che la lettiera si trasformi in humus alla superficie del suolo, si incrementa il tenore di materia organica dello 0,3% annuo. In un paese

come la Francia, tale percentuale rappresenta una fissazione di 35 milioni annui di anidride carbonica nei suoli agricoli, vale a dire un quinto del consumo di petrolio.

Mentre in agronomia classica l'aratura di un campo di grano esige 3 kg di azoto per quintale e 120 litri di nafta per ettaro, in agrologia moderna 1 kg di azoto è sufficiente per produrre un quintale di grano e l'abbandono dell'aratura consente di consumare solo 30 litri di nafta per ettaro. Rispettando le leggi fisiche, chimiche e biologiche dei suoli, una nuova rivoluzione verde, permette agli uomini, per la prima volta nella storia, di coltivare la terra senza eroderla.

Abbiamo chiamato agrologia questa nuova rivoluzione verde riprendendo il termine di de Gasparin¹. Da punto di vista etimologico, infatti, l'agrologia è la *scienza*, la conoscenza del campo, mentre l'agronomia ne è la *legge*, l'ordine. Superare l'agronomia significa dunque passare da un approccio dirigistico e semplificatore dell'agricoltura a un approccio più scientifico e globale. Non si tratta più di costringere il campo o l'animale a piegarsi al nostro modello produttivistico, ma di accettare la complessità del campo [ed i ritmi ed esigenze dell'animale, NdR].

Capitolo 1 - Il suolo ambiente dinamico

Un ambiente ignoto

[...] Vediamo innanzitutto come l'atteggiamento degli uomini nei confronti del suolo è evoluto nel corso della storia. In tutti i miti fondatori della genesi Dio fabbrica l'uomo con l'argilla. Il suolo sembra dunque fondamentale per i popoli che si definiscono primitivi. Essi avvertono confusamente che tutta la vita proviene dal suolo. Nelle lingue derivate dal latino la parola *humus* ha prodotto *uomo* e *umiltà*, filiazione greve di senso: l'uomo è fatto di terra, è figlio della terra. Questo legame primordiale dell'uomo con la terra era destinato a spezzarsi con l'agricoltura, e più precisamente con l'aratura. Finché l'uomo non sventra la terra, essa lo nutre abbondantemente, ma appena la strazia, essa si ricopre di rovi e cardi. E' la maledizione biblica che pesa su Caino. A partire da questo momento gli uomini dovranno soffrire per nutrirsi e si staccheranno dalla terra per concentrarsi sulla pianta, sul cibo. Il suolo apparirà a lungo all'agricoltore come una fatalità contro la quale non può fare granché. Il fatto di trovare un suolo ricco era una questione di fortuna. Così, per secoli, l'approccio agricolo ai suoli è rimasto limitato alle due classificazioni romane: l'una fondata sui caratteri colturali del suolo, l'altra su quelli fisici. La prima sembra risalire a Catone (II sec. a.C.), che definisce le terre propizie ai vigneti, agli orti, al grano, alle querce ecc. La seconda si trova nel *De re rustica* di Columella (I sec. d.C.), che distingue terre grasse, magre, solide, friabili ecc. Nel XII secolo, l'agronomo arabo Ibn al-Awan² introduce un nuovo approccio fisico ai suoli, distinguendoli secondo il colore, che, a suo parere, consente di classificarli in un ordine di fertilità decrescente: terre nere, viola, cineree, cineree tendenti al bianco, gialle, rosse. Al-Awan introduce un criterio interessante: l'osservazione del vigore della vegetazione naturale preesistente ed offre un criterio di analisi della terra effettuato tramite il gusto e l'odorato, bevendo e annusando una soluzione di terra in acqua piovana previa decantazione. Questa concezione del suolo rimarrà praticamente immutata fino alla fine del XIX secolo.

All'inizio del XX secolo Dumont³ tenta un'altra classificazione, fondandosi sulle nuove metodologie fisiche che permettono di valutare le percentuali degli elementi del suolo (sabbia, fango, argilla). Su tali basi definiva un campione di terra che possedeva le percentuali ideali per la coltivazione e classificava i suoli in rapporto a tale campione che chiamava "terra franca". Tale classificazione, destinata a stabilire le attitudini agricole di un suolo, si rivelò un fallimento, in

¹ A. de Gasparin, *Cours d'agriculture*, Maison Rustique, Parigi 1843.

² Ibn al-Awan, *Le livre d'agriculture*, Bouslama, Tunisi, 1977,

³ J. Dumont, *La terre arable*, Maison Rustique, Parigi 1909.

quanto il suolo è molto più complesso di quanto Dumont credesse. Come ha fatto osservare Gaucher⁴, tale fallimento è dovuto a tre cause principali:

- il suolo è formato da piccoli granuli e comporta dunque dei vuoti, la cui dimensione dipende da quella dei grani di terra e in cui circolano l'acqua e i gas [...] una semplice analisi fisica non è in grado di offrirci informazioni corrette su questi vuoti;
- l'analisi fisica raggruppa sotto lo stesso termine "argilla" composti estremamente diversi [...] così un suolo la cui argilla è composta da colite sarà facile da lavorare, ma poco fertile. Al contrario, un suolo le cui argille sono costituite da vermiculiti e da smeciti sarà più pesante ma più ricco;
- l'analisi fisica divide il suolo in fette, sopprimendo così tutti i rapporti sottili esistenti tra i suoi elementi. Ciascun elemento, considerato separatamente dagli altri non ha alcun interesse agricolo; a far sì che il suolo sia più o meno fertile è la sinergia di tutti questi elementi.

Furono i russi, sotto la spinta di Dokutchaiiev, a creare la nuova scienza della **pedologia**, che acquistò in seguito i suoi quarti di nobiltà grazie alla scuola americana e francese. Tale scienza si è sviluppata da una nuova concezione del suolo, che abbandonava la visione antropologica di un semplice strato inerte e arabile di 30 centimetri per farne un "ambiente speciale", molto complesso, in perpetua formazione, suscettibile di crescere e di morire.

La nascita del suolo

La vita si sviluppa in tre ambienti: l'aria, l'acqua e il suolo. Contrariamente ai primi due, puramente minerali, il suolo è caratterizzato dal fatto di essere organico-minerale. Tale caratteristica gli conferisce due proprietà: la prima è che esso esiste solo sul pianeta terra, in quanto occorre materia organica, dunque vita, per fare un suolo. Molti pianeti che ci circondano hanno un'atmosfera o dell'acqua, ma nessuno possiede un suolo. A ragione gli antichi hanno dunque chiamato il nostro pianeta *Terra*, in quanto è il solo che possieda un suolo. A quell'epoca gli uomini non si accontentavano di un approccio quantitativo al mondo, come facciamo noi: vi si accostavano anche in modo sensibile e qualitativo. Il nostro pianeta, infatti, è costituito per il 70% dalle acque e gli antichi avrebbero potuto chiamarlo *Oceano*; l'atmosfera ha uno spessore di 70 km, mentre quello dei suoli è mediamente inferiore a un metro: avrebbero quindi potuto chiamarlo *Aria*. E tuttavia gli hanno dato il nome dell'ambiente più raro, ma più importante, in quanto da esso deriva la vita.

La seconda proprietà che conferisce al suolo la sua composizione organico-minerale è la fragilità. Mentre l'aria e l'acqua sono formati da composti minerali i cui legami sono atomici, e dunque molto solidi, il suolo è formato da legami elettrici, facili da spezzare. [...]

Per formare un suolo sono necessari due composti, uno minerale e l'altro organico. Nelle zone del globo in cui non esiste vita, nei deserti torridi o gelati, il suolo non può nascere. In assenza di piante, e dunque di lettiere che li trattengano, i prodotti di alterazione delle rocce, risultanti dall'opera del gelo o del calore solare, sono portati via dal vento o dall'acqua. Così, quando il ghiaccio si scioglie sulle terre fredde del globo, si vedono affiorare la roccia madre e i ciottoli e, quando i venti soffiano sui deserti, le particelle più fini, provenienti dalle pietre, volano via, lasciando solo sabbia o sassi. Al contrario, sulle montagne o nelle paludi, la materia organica si decompone troppo lentamente e si accumula in strati spessi che formano le torbiere. Non riuscendo a unirsi, materia minerale e materia organica evolvono in modo indipendente, dando luogo a situazioni contraddittorie, come le torbiere acide del Jura che poggiano su rocce calcaree basiche.

⁴ G. Gaucher, *Traité de pédologie agricole. Le sol*, Dunod, Parigi 1968.

Il suolo è dunque il risultato di una sinergia tra le argille provenienti dalla roccia madre e gli humus provenienti dai detriti organici. Ma come fanno argilla e humus a unirsi? Per spiegarlo occorre introdurre la nozione di colloidali, piccole particelle cariche elettricamente sulla circonferenza, che possono disperdersi e rimanere in sospensione in un liquido polare. Ora, l'acqua è appunto un liquido di questo tipo, costituito da molecole in cui gli elettroni hanno tendenza a essere attratti più dal nucleo di ossigeno che dai due nuclei di idrogeno. Si crea allora una carica elettrica negativa a una estremità della molecola e positiva all'altra estremità. I colloidali elettronegativi, argille e humus, saranno attratti verso tale polo negativo, rimanendo così debolmente legati alle molecole d'acqua. Si capisce quindi che, se la formazione dei suoli producesse solo colloidali argillosi o umici, questi sarebbero portati via dall'acqua cui sono legati. E' quanto capita in estate nei deserti ghiacciati e, in occasione dei rari temporali, nei deserti torridi. Per poter sfuggire alla presa dell'acqua, questi colloidali devono potersi legare a poli positivi che non siano quelli dell'acqua. Ed è proprio ciò che avviene nel suolo, in quanto l'alterazione della roccia madre libera ioni positivi come il calcio, il magnesio, il ferro e l'alluminio, che servono come ponti di attacco tra le particelle elettronegative delle argille e degli humus. Il complesso argillo-chimico così formato precipita e resiste quindi all'erosione dell'acqua. [...]

I fenomeni che provocano la formazione dei suoli possono essere raggruppati in tre categorie: decomposizione, migrazione e accumulo. La decomposizione delle rocce in argilla è rimasta a lungo un mistero. I pedologi non riuscivano a capire come, a partire da un calcare, da uno scisto o da un granito, la vita, per attacco acido, producesse sempre argille. Per comprendere tale processo si è dovuta attendere la fine del XX secolo. Di fatto, le radici e i microbi attaccano la roccia madre non per il piacere di attaccarla ma per prelevarvi la propria alimentazione. Le rocce sono costituite essenzialmente di silice, di ferro e di alluminio, quando le radici e i microbi le attaccano prelevano gli elementi di cui hanno bisogno, vale a dire, il potassio, il fosforo, lo zolfo, il calcio, il magnesio ecc. La silice, il ferro e l'alluminio, invece, costituiscono degli oligoelementi per le piante che ne prelevano una quantità minima. Di conseguenza esse lasciano nell'acqua del suolo grandi quantità di silice, ferro e di alluminio, che costituiscono il grosso delle rocce. Allorché le concentrazioni di questi elementi avranno raggiunto un certo livello, la silice, il ferro e l'alluminio si cristallizzano in silicati di ferro e di alluminio, cioè in argille.

Capitolo 2 – Il suolo ambiente vivo

Gli organismi che vivono nel suolo

Pochi conoscono o immaginano la ricchezza biologica dei suoli e, a parte le talpe e i lombrichi, la maggior parte della gente ignora persino l'esistenza dei suoi abitanti. Essi, tuttavia, sono ben più numerosi di quelli che vivono in superficie, ma la loro vita e il loro lavoro si svolgono nell'ombra, nell'oscurità, e gli uomini preferiscono la luce, ciò che appare alla vista. Rari sono gli individui che osservano con piacere la moglie incinta: temono il mistero della gestazione in quanto, non vedendo nulla, si sentono esclusi da tale avventura. Si considerano padri solo al momento in cui il figlio nasce, in cui entra nel loro campo visivo, percettivo, e la moglie riacquista il suo giro di vita normale. Avviene lo stesso nel caso del suolo. Ben pochi agronomi si interessano ai microrganismi e alle infinite relazioni biochimiche che permettono loro di incorporare la terra nel mondo vivente, poiché tale vita si svolge in un luogo misterioso: il suolo. Preferiscono interessarsi ai raccolti, al bestiame, che si vedono, si toccano, si pesano, e di cui accrescono il rendimento e la produttività, senza curarsi degli organismi nascosti del suolo, che sono alla base di tutto. La conoscenza che abbiamo del suolo può essere paragonata a quella che avevamo degli oceani prima dell'invenzione dei batiscafi e degli scafandri: un mondo liquido, nero, pieno di navi affondate. Ora, invece, le immagini degli oceanografi ci mostrano un mondo multicolore di una biodiversità infinita.

I macrorganismi del suolo

I macrorganismi del suolo appartengono al regno vegetale e a quello animale. I vegetali sono semplicemente le radici delle piante e da esse inizieremo.

Le radici delle piante. Le radici hanno generalmente un volume molto più rilevante delle parti aeree. Sono però molto meno conosciute di queste ultime, in quanto non accessibili all'osservazione, dato che si sviluppano nell'ambiente opaco costituito dal suolo. Per osservare la sproporzione esistente tra lo sviluppo delle radici e quello delle parti aeree è necessario utilizzare colture artificiali, in cui si nutrono le piante con vaporizzazioni di soluzioni nutritive e in cui le radici si sviluppano nel vuoto. Vista in queste condizioni, la pianta assume un aspetto singolare: l'immensa chioma bianca che pende nel vuoto contrasta con la parte aerea verdissima. [...] Uno stelo di grano, in un limo profondo, può produrre 200 km di radici e uno di segale 600 km, per un totale di più di 4 miliardi di km per ettaro. Una quercia può spingere le radici a più di 140 metri di profondità e una pianta di erba medica il suo fittone a più di 10 metri. Le radici di molti alberi raggiungono la falda freatica. Solo le piante sono in grado di mettere in rapporto l'acqua del cielo e quella delle falde sotterranee: non stupisce, di conseguenza, trovare alberi verdissimi in pieno deserto, come l'albero del Ténéré che impressionava i viaggiatori durante l'attraversamento del Sahara. Tuttavia, se le radici che forniscono acqua alle piante possono spingersi a grandi profondità, la loro massa rimane ridotta in confronto alla zona pilifera assorbente, che si sviluppa nella zona intermedia dove si mescolano humus e argilla: uno stelo di grano, per esempio, produce 500 km di peli assorbenti. In questo ambiente, i peli radicali possono assorbire gli elementi nutritivi resi solubili dai microrganismi, secernendo in cambio essudati radicali, ricchi di carbonio, che nutrono taluni microbi del suolo. Inoltre, alla morte della pianta, i peli radicali si decomporranno, fornendo di nuovo materia organica. Le gallerie formate dal passaggio delle radici serviranno quindi al transito dell'acqua e alla circolazione dei gas. La radice agisce quindi, in un certo senso, come il capitalista nella teoria di Adam Smith: traendo la sua ricchezza dal suolo, lo arricchisce a sua volta. [...] Il suolo di un campo di grano contiene da 2 a 6 tonnellate di radici che, dopo essersi decomposte, lasceranno da 200 a 600 kg di humus; a loro si deve in gran parte se i nostri terreni agricoli non sono già biologicamente morti.

La macrofauna e la microfauna del suolo

Appartengono alla macrofauna tutti gli animali visibili del suolo, suddivisibili in quattro gruppi estremamente diversi: i mammiferi, gli artropodi, i molluschi e i lombrichi. I mammiferi del suolo sono roditori, come le arvicole e i topi campagnoli, o insettivori come le talpe. I roditori hanno una sola funzione: quella di scavare le immense reti di cunicoli in cui abitano e si riproducono e che permettono all'aria e all'acqua di penetrare massicciamente nel suolo. Alcuni studi hanno dimostrato che, se una proliferazione di arvicole può distruggere il 30% della produzione di una prateria, l'anno successivo la stessa prateria produce il 30% di fieno in più per via dell'aerazione dei suoli. La grande fertilità dei suoli del Middle West americano dipende, del resto, dai lavori di scavo millenari dei cani della prateria che li hanno forniti di un'aerazione eccezionale.

Il ruolo delle talpe è triplice. Grazie ai ponticelli di terriccio che esse formano, assicurano una risalita del suolo profondo e quindi un efficace mescolamento degli orizzonti⁵, con buona pace dei falciatori, che le uccidono e sono poi obbligati a combattere contro il muschio che si sviluppa nei suoli non smossi. Grazie alle loro numerose gallerie (una talpa può scavarne un centinaio di metri per notte), assicurano una buona aerazione del suolo. Grazie alla loro passione per le larve del

⁵ Vedi http://it.wikipedia.org/wiki/Orizzonte_pedologico

maggiolino, i grillotalpa e i lombrichi, possono essere assimilate a carnivori sotterranei; [...] una talpa avverte nel suolo la presenza di una larva del maggiolino a venti centimetri di distanza. [...]

La microfauna è suddivisa in tre popolazioni: gli epigei che vivono nell'orizzonte organico di superficie, gli endogeni che mangiano le radici in profondità e gli anestetici che circolano verticalmente dalla profondità verso la superficie. Gli epigei si nutrono della lettiera di superficie. La triturano e producono delle palline fecali che saranno attaccate dai microbi e trasformate in humus. Ogni famiglia attacca parti precise della lettiera: i collemboli attaccano le foglie nelle loro zone tenere tra le nervature, producendo i ricami che vediamo nei sottoboschi. Gli acari attaccano le nervature delle foglie. Infine, gli onischi e gli iuli, dalle poderose mandibole, attaccano il legno dei rami. I nematodi e i piccoli vermi epigei mangeranno frazioni più minute nonché gli escrementi delle altre specie. Questa fauna epigea rifugge dalla luce, lavora al riparo dell'ultimo strato di foglie ed è sterminata dalle arature che la espongono al sole. Circolando alla superficie, essa crea numerose gallerie che conferiscono alla pelle del suolo, cioè allo strato che subisce gli insulti del gelo e della pioggia, una fortissima porosità. Alla superficie del suolo vi è un 80% di vuoto che gli dà grande permeabilità: 150 mm/h (millimetri l'ora) nelle foreste temperate di latifoglie e 300 mm/h nelle foreste tropicali. Grazie a tale permeabilità, il suolo delle foreste può assorbire tutti i temporali senza fenomeni di erosione. La permeabilità di un limo arato, su cui si forma una crosta dura, scende a 1 mm/h, il che spiega perché la nostra epoca sia colpita dalle inondazioni sebbene il 1980-2000 abbia rappresentato il periodo più secco degli ultimi 3000 anni. Uccidendo la fauna epigea con le nostre arature e i nostri pesticidi, siamo riusciti a provocare inondazioni in una fase di aridità, un'innovazione del XX secolo!

La fauna endogena si nutre quasi esclusivamente di radici morte, comprende gli stessi gruppi della fauna epigea: tisanuri, collemboli, acari, vermi, più un gruppo che le è proprio, i proturi. In compenso le specie sono più piccole, spesso di colore bianco e di forma più allungata per seguire le ramificazioni delle radici più sottili. Grazie a esse, invece di accumularsi nel terreno, le radici lasciano il posto all'acqua, all'aria e a nuove radici. Questa fauna assicura al suolo profondo una porosità del 60%, il che permette alle radici di respirare.

La fauna anesica è nota a tutti, formata com'è dai grandi lombrichi che vivono in tane verticali. Sono notturni e ogni notte risalgono per cercare la lettiera; poi fanno dietrofront, vuotano l'intestino all'esterno della galleria formando piccole torri e ridiscendono in profondità. Sono i lombrichi a rimescolare continuamente il suolo di profondità, ricco di argilla, con il suolo di superficie, ricco di humus. Nel loro intestino si forma il complesso argillo-umico. Il peso di questa fauna varia da una a 4 tonnellate per ettaro, a seconda del tipo di vegetazione, ed essa divora ogni giorno la sua quantità di terra. Da 300 a 1000 tonnellate di terra per ettaro passano ogni anno dal tubo digerente dei lombrichi: l'equivalente di 3-10 centimetri di terra. Sono i lombrichi a seppellire i resti archeologici e Darwin nella sua celebre opera li considera gli animali più importanti del mondo, sia per il peso, che eguaglia quello delle altre specie riunite, sia per il ruolo fondamentale che esplicano nella costituzione dei suoli. Certe specie superano i 3 metri di lunghezza.

Ogni fauna ha la propria funzione specifica; l'epigea decompone la lettiera e aera il suolo di superficie, l'endogea digerisce le radici morte e l'anesica rimescola la terra, evitando così la lisciviazione degli elementi.

I microrganismi del suolo e i cicli biochimici

Il mondo microscopico si divide in animali e vegetali e il ruolo dei primi è quello di mangiare i secondi. Gli animali microscopici più importanti del suolo sono le amebe, presenti nel mondo intero in una quantità di 130 kg per ettaro. Quando un filo di paglia cade al suolo, è attaccato inizialmente

dai batteri, capaci di degradare la cellulosa, che pullulano sulle fibre cellulosiche della paglia. Poi le amebe mangiano tali batteri e liberano le fibre di lignina, permettendo così ai funghi di intervenire e degradarle. Senza l'azione delle amebe, i funghi sarebbero ostacolati dai batteri della cellulosa e non potrebbero attaccare le fibre di lignina. Le amebe sono dunque le regolatrici del mondo microbico.

Gli agenti della microflora del suolo si dividono in 4 gruppi: le alghe, i funghi, i batteri filamentosi o actinomiceti e i batteri. Le alghe (100.000 per grammo di suolo) esistono soltanto alla superficie del suolo, in quanto hanno bisogno del sole per la fotosintesi e la loro attività è limitata ai periodi in cui il suolo è umido, sono fonte di materia organica e fissano l'azoto in simbiosi con le alghe azzurre.

I funghi hanno una grande dimensione rispetto ai batteri (un ettaro ne può contenere da una a due tonnellate), rappresentano i due terzi della biomassa microbica del suolo ed esercitano due funzioni. Una è meccanica: serrando le particelle di suolo tra le maglie sottili del micelio, operano come una rete che lo trattiene assicurando stabilità strutturale. L'altra è chimica: i funghi sono infatti, eccettuati alcuni rari batteri, i soli organismi sulla terra capaci di decomporre la lignina delle piante, che costituisce la fonte principale di humus del suolo. All'eccezione dei particolari funghi dei bovini, gli altri sono aerobici e, dunque, necessitano di un suolo molto ben aerato, per questo la vegetazione delle paludi, in assenza d'aria si decompone sul fondo dell'acqua dando origine alla torba, invece che all'humus.

Gli actinomiceti sono una via di mezzo tra i funghi e i batteri: hanno l'aspetto filamentoso e la capacità di secernere antibiotici dei primi e la possibilità di effettuare numerosissime reazioni biochimiche dei secondi. Se ne contano da uno a 100 milioni per grammo di terra e pesano circa una tonnellata per ettaro, partecipano alla formazione degli humus, in particolare nei compost. Inoltre, mineralizzano la materia organica e partecipano così all'alimentazione delle piante; alcune specie fissano l'azoto atmosferico in associazione con certi arbusti e alberi, come l'ontano e l'olivello spinoso.

I batteri sono il gruppo più numeroso di microrganismi del suolo, la loro densità in un grammo può variare da 10 milioni ad un miliardo, anche se, a causa delle piccolissime dimensioni, il loro peso rimane inferiore a una tonnellata per ettaro. A causa della loro straordinaria variabilità biochimica, i batteri possono trasformare tutte le sostanze del suolo, facendole entrare nel mondo vivente.

Il ruolo dei microrganismi del suolo come interfaccia tra il mondo minerale e gli esseri viventi

La posizione dei microbi, in quanto consumatori di lettiera e di humus, appare fondamentale nel ciclo del carbonio, in quanto, senza di essi, l'anidride carbonica sarebbe già scomparsa. E' molto probabile, del resto, che questi batteri, in grado di mineralizzare l'humus e aerobi, abbiano fatto la loro comparsa sulla terra piuttosto tardivamente, in particolare dopo il carbonifero. Secondo Oparin, i primi esseri viventi comparsi sulla terra sarebbero stati dei batteri orfanotrofi anaerobi che si sarebbero sviluppati su sostanze organiche sintetizzate, in assenza di vita, all'epoca della formazione della terra. Gli organismi fotosintetici avrebbero fatto la loro comparsa più tardi. Limitati in un primo tempo alle alghe azzurre e ai batteri, questi organismi fissarono del carbonio, ma le quantità di humus formate furono trascurabili in quanto tali esseri viventi contengono scarse quantità di quelle sostanze di base dell'humus che sono la cellulosa e la lignina. Quando si svilupparono le piante verdi, in particolare nel devoniano, furono sintetizzate enormi quantità di cellulosa e di lignina, mentre l'ossigeno che continuava ad aumentare nell'atmosfera permetteva l'umificazione di quelle sostanze ad opera dei funghi aerobi. Tuttavia, le prime piante che hanno colonizzato la terra sono state le felci, gli equiseti e le gimnosperme (le conifere), piante tossiche,

che non vengono decomposte dalla fauna del suolo. Nel suolo delle grandi foreste di equiseti del carbonifero non vi erano né lombrichi, né acari, né collemboli. Tale assenza di fauna, dovuta alla tossicità della lettiera, faceva sì che quest'ultima si decomponesse con grande lentezza. Il ruolo della fauna, infatti, è quello di frantumare i resti vegetali riducendoli a elementi minutissimi attaccabili dai microbi. Se tale frantumazione non avviene, i microbi impiegheranno anni per attaccare i grossi resti delle piante rimasti intatti. Occorrono 10 anni perché i microbi decompongano un ago di pino, mentre un anno è sufficiente per decomporre una foglia di quercia che, non essendo tossica, i lombrichi hanno preventivamente frantumato. Questo scarto tra il deposito delle lettiere e la loro decomposizione sta all'origine delle miniere di carbone e dei giacimenti di petrolio.

Tale fenomeno subirà un violento arresto alla fine del giurassico con la comparsa delle angiosperme, vale a dire le latifoglie (dicotiledoni) innanzitutto, poi le graminacee (monocotiledoni). Queste piante, infatti, non sono tossiche e si assiste alla comparsa, tra i fossili del giurassico, dei lombrichi e della fauna del suolo. Invece di accumularsi in spessi strati, la lettiera di foglie si decompone rapidamente in humus che si lega alle argille. Il suolo può quindi ispessirsi e la sua fertilità aumentare. Questa fertilità ha dato un vantaggio alle latifoglie rispetto alle felci e gli equiseti, che arretrarono allo stato erbaceo ed alle conifere, confinate alle montagne. Associandosi con gli invertebrati del suolo, le latifoglie rivoluzioneranno la vita sulla terra, ma introdurranno anche un'altra innovazione, quella di farsi fecondare dagli insetti e non dal vento, come le conifere. Le foreste tossiche formatrici di carbone e di petrolio furono sostituite dalle foreste di latifoglie, creatrici di humus e di suoli fertili. Conoscendo la povertà delle foreste di conifere, non si può che rallegrarsi della comparsa delle latifoglie che nelle foreste tropicali, ci offrono il piacere degli uccelli e delle farfalle multicolori.

Il ciclo dell'azoto, perfetto e senza perdite, illustra benissimo il ruolo dei microrganismi nella circolazione della materia della terra nel mondo vivente. L'azoto è una molecola molto stabile che solo i batteri possono trasformare in ammonio e poi in nitrato e si è dovuto attendere il 1913 ed il metodo Haber-Bosch perché l'uomo potesse copiarli per fare bombe. Fino ad allora la polvere da sparo si fabbricava con il salnitro (nitrato di potassio) prodotto in cantine umide dal mondo microbico. La raschiatura del salnitro era riservata agli eserciti regi. Il salnitro, mescolato al carbone animale e allo zolfo, formava la polvere nera. Questa fabbricazione artigianale faceva della guerra un'attività artistica e aristocratica, ma nel XIX secolo la passione per l'industria si estese anche a essa. Napoleone fu il primo ad affrancare la guerra dallo stadio artigianale. Mettendoci gli scienziati, si scoprì che accumulando mucchi di letame nelle cantine la produzione aumenta e si mise a produrre salnitro in grandi quantità. La Germania e l'Inghilterra si impegneranno per realizzare la sintesi del nitrato, arriveranno prima i tedeschi, da allora chiamati "*Boches*" dal nome dell'inventore.

Dopo la prima guerra mondiale le eccedenze dei nitrati furono utilizzate nell'agricoltura e le fabbriche militari convertite in fabbriche agricole. La via industriale, tuttavia, presenta due grossi inconvenienti: divora energie (sono necessarie tre tonnellate di petrolio per fabbricare una tonnellata di concime azotato) ed è inquinante, in quanto la dose necessaria alle piante viene erogata una o due volte soltanto, il che comporta perdite di azoto non assimilato con l'acqua piovana. La via microbica di fissazione dell'azoto e di mineralizzazione dell'humus e messa in moto, invece, dal calore primaverile e si arresta con l'autunno, cioè funziona durante il periodo di crescita delle piante e al loro ritmo. Da cui l'assenza di perdite di azoto nel ciclo naturale.

Il terzo ciclo descritto è dominato dai funghi, si tratta del fosforo. L'ignoranza che lo circonda è causa dell'abuso di questo concime, il più inquinante tra quelli usati in agricoltura. Esso è responsabile dell'eutrofizzazione dei corsi d'acqua e dei laghi, nonché del pullulare di alghe sulle

nostre coste. Diversamente dal carbonio e dall'azoto, tutto il suo ciclo è terrestre; le due fonti del fosforo sono le rocce per il 60% e la materia organica per il 40%. Sono i funghi ad attaccare le rocce e a liberare il fosforo sotto forma di ione fosfato; lo ione è assorbito dalle radici delle piante. Quando queste muoiono, il fosforo si ritrova nell'humus e i funghi lo mineralizzano di nuovo in fosforo. Il ciclo è complicato dall'estrema reattività del fosforo a causa delle tre cariche negative dello ione fosfato, che reagisce con le cariche positive del suolo come il calcio nei suoli calcarei o il ferro nei suoli acidi. [...] Le piante recuperano lo ione fosfato grazie alle micorrizze, dei funghi simbiotici, che vivono nelle radici, ma l'agroindustria incoraggia gli agricoltori a spargere massicciamente i superfosfati, che le distruggono, rendendo così le piante coltivate dipendenti dai concimi, un po' come un drogato che non può fare a meno della sua droga. La distruzione del mondo dei funghi da parte dei superfosfati e, con l'aratura e l'irrigazione, uno dei fattori che uccidono la vita dei suoli. I funghi rappresentano infatti, come peso, i due terzi dei microbi del suolo. Essi decompongono la lettiera in humus, nutrono le piante di fosfato e servono da alimenti a numerosi micro-artropodi del suolo. La loro scomparsa nei campi soggetti a coltura intensiva comporta la lenta estinzione biologica dei suoli, il loro ingresso in una dinamica di morte.

Studiando nei particolari tutti i cicli bio-geochimici, ci si rende conto che i microbi utilizzano due tipi di reazioni per rendere gli elementi solubili nell'acqua del suolo e quindi assimilabili da parte delle piante. Queste due reazioni sono l'ossidazione e la chelazione. La prima concerne tre elementi di grande importanza per l'alimentazione delle piante: l'azoto che, come abbiamo visto si ossida in nitrato, il fosforo, che si ossida in fosfato e infine lo zolfo che i solfobatteri ossidano in solfato. Queste tre forme – nitrato, fosfato e solfato – sono solubili nell'acqua e quindi assimilabili da parte delle piante. I microbi ossidano numerosi altri elementi come il ferro, il boro, il rame ecc., ma questi elementi ossidati sono precipitati, vale a dire non solubili, e le piante non possono assorbirli. Così molti suoli hanno colore bruno, rosso o giallo a causa degli ossidi o degli idrossidi di ferro, ma le piante non sono in grado di assimilare la forma precipitata del ferro. I microbi, quindi, utilizzano un'altra reazione per rendere assimilabili gli oligo-elementi: la chelazione. In questa reazione, i microbi sintetizzano un acido organico che si lega all'oligo-elemento e lo rende solubile. Il ferro viene così chelato in succinato di ferro o citrato di ferro che la pianta potrà assorbire. Questa reazione interessa soltanto gli oligo-elementi che entrano nella vita delle piante, una ventina, tutti ugualmente necessari alla loro crescita. Quando l'agricoltore fornisce solamente l'azoto, il fosforo ed il potassio, egli induce una situazione di squilibrio, di malattia, ed è poi costretto ad acquistare pesticidi per proteggerle. Invece di trascurare i microbi, può stimolarli, utilizzando i concimi verdi che nutrono i microbi della mineralizzazione, o fornendo al suolo del compost che vi introduce i microbi dell'umificazione, in particolare i funghi.

Marnatura e compostaggio

Se i concimi servono a nutrire le piante, la marnatura e il compostaggio servono a nutrire i suoli. Quando i suoli sono coperti dalla foresta o dalla savana, funzionano da soli producendo le argille e gli humus necessari alla formazione del complesso argillo-umico. Ma quando l'uomo abbatte le foreste e mette a nudo i suoli, perturba tale equilibrio rallentando la produzione di argilla, in quanto le radici delle colture non scendono nella roccia così profondamente come quelle degli alberi. L'agricoltore perturba anche la formazione di humus in quanto espone il suolo al sole e facilita la mineralizzazione della materia organica, dato che la fauna epigea ha orrore del sole.

La marnatura è una vecchia tecnica abbandonata da tempo nell'agricoltura industriale. In altre epoche, gli agricoltori coltivavano la terra "da buoni padri di famiglia" e cercavano di mantenerne la fertilità allo stesso livello di quando l'avevano ricevuta. Tra le tecniche utilizzate a tale scopo vi era la marnatura, che dovevano applicare almeno una volta nella vita. Di conseguenza, d'inverno andavano a raccogliere l'argilla calcarea, la marna, con i loro carretti trascinati da buoi. Poi

distribuivano, in piccoli mucchi, da 20 a 30 tonnellate di marna sul suolo. Il gelo faceva scoppiare la marna e in primavera la spandevano con il rastrello. L'argilla si legava con gli humus del letame sparso sulla neve e manteneva così il complesso argillo-umico. Questa pratica contadina estremamente faticosa, è stata abbandonata dopo la seconda guerra mondiale e le nostre terre perdono, anno dopo anno, le loro preziose argille.

Marnatura e compostaggio sono le due mammelle dell'ammendamento. Con gli apporti di marna, il contadino arricchisce il suolo di argilla e del legame con il calcio; occorre ora arricchirlo di humus, la terza componente del complesso argillo-umico. A tale scopo, egli dispone di due tecniche, il compostaggio in cumulo e il compostaggio in superficie.

Capitolo 3 - Il suolo e le piante

*Laudato si, mi Signore, per sora nostra madre Terra,
la quale ne sustenta et governa,
et produce diversi fructi con coloriti fiori et herba.*
Francesco d'Assisi, Cantico delle Creature

Le vegetazioni climax

Se si eccettuano i deserti gelati o ardenti, in cui la vegetazione è rara o ridotta a licheni e muschi, tutte le zone ecologiche del globo sono coperte di piante. In ogni fascia climatica, la selezione naturale ha creato una vegetazione adatta, chiamata vegetazione climax. Immaginiamo dunque di viaggiare dai poli verso l'equatore: in corrispondenza a ogni zona climatica osserveremo una vegetazione particolare, fortemente legata alla pluviometria. Ai poli cadono meno di 400 millimetri d'acqua all'anno, in parte sotto forma di neve. I suoli sono sempre gelati – è il cosiddetto *permafrost* – e il disgelo estivo non supera i 5-10 centimetri, consentendo soltanto lo sviluppo di una vegetazione bassa, la tundra. L'agricoltura è impossibile e i lapponi hanno sviluppato esclusivamente l'allevamento delle renne. Gli animali brucano i muschi o i licheni e gli uomini si nutrono di carne di renna. Si parla dunque di civiltà della renna, in quanto questo animale produce cibo e indumenti per i suoi allevatori.

Più a sud si trova la taiga, la grande foresta di conifere che nell'emisfero settentrionale si estende dalla Norvegia al Canada. In questa regione cadono 400-500 millimetri di acqua all'anno e il clima freddo spiega la predominanza di conifere, la cui spessa linfa resiste al gelo. Tale vegetazione acidifica i suoli e crea dei *podzol*, vale a dire dei suoli in cui il pH può scendere fino a 3,5. L'agricoltura è impossibile e l'unica attività umana è la silvicoltura.

Continuando il viaggio verso sud, si arriva in una zona la cui pluviometria è compresa tra i 500 e i 550 millimetri d'acqua all'anno. È il regno della steppa, vale a dire delle grandi praterie di graminacee. Le steppe sono i granai dell'umanità: il Middle West americano e canadese, la *pampa* argentina, le steppe australiane, i *chernozems* russi e ucraini. La pluviometria essendo scarsa, la materia organica si mineralizza lentamente e i suoli sono definiti "inumici". La materia organica è spesso più di 40 centimetri e raggiunge talvolta i 2 metri: sono quindi il sogno di ogni coltivatore.

L'agricoltura diventa invece molto difficile nelle zone in cui la pioggia supera i 550 millimetri di acqua l'anno, vale a dire nella zona temperata, in quella mediterranea e in quelle tropicali ed equatoriali. Allo stato naturale, queste zone sono coperte di foreste, l'unico tipo di vegetazione capace di assorbire l'eccesso di precipitazioni. Infatti, quando la pluviometria supera i 550 millimetri l'anno, essa eccede le necessità delle piante e la natura ha dovuto gestire questa eccedenza di acqua. Erano possibili due soluzioni: o le eccedenze erano eliminate in superficie, ma

lo scorrimento delle acque avrebbe comportato fenomeni di erosione, oppure erano convogliate verticalmente verso le falde freatiche, senza provocare erosione. La selezione naturale ha adottato quest'ultima soluzione. Le foreste di latifoglie sono gli unici sistemi vegetali in grado di collegare l'eccedenza di acqua piovana alla falda. L'acqua è infatti convogliata dalle radici profonde verso le falde freatiche, come fanno gli speleologi che, osservando le radici che pendono dalle volte delle caverne, vedono l'acqua scorrere lungo di esse. Si capisce quindi che, quando l'uomo distrugge le foreste in queste zone piovose, si trova ben presto a dover affrontare problemi di erosione, in quanto sostituisce gli alberi con graminacee adatte al clima delle steppe. Il passaggio brutale da una vegetazione climax perenne adattata alle eccedenze pluviometriche – la foresta – a una vegetazione bassa di graminacee annuali spiega i due miliardi di ettari di deserto che l'uomo ha creato in 4000 anni di agricoltura.

La nuova concezione introdotta dall'agrologia rispetto all'agronomia classica consiste appunto nel sostituire l'agricoltura predatrice con una durevole. La natura ha sviluppato un sistema di copertura permanente dei suoli, la foresta: qui è necessario sviluppare la tecnica della semina diretta e non lasciare mai il suolo a nudo, esposto alla violenza del clima. Il cerealicoltore europeo seminerà, dopo la mietitura, una pianta capace di crescere in tre mesi per coprire e proteggere il suolo tra luglio e settembre. Si tratta di modelli di coltura complessi di produzione che combinano la rotazione e l'associazione vegetale; in generale si basano sull'associazione di un cereale, di una leguminosa rampicante fissatrice di azoto e di un legume.

Come sottolinea Altieri⁶ “*l'effetto complessivo è quello di creare una struttura verticale simile a quella di una foresta naturale, una struttura che sembra ottimizzare, l'utilizzazione dello spazio e dell'energia solare*”. Ora che comprendiamo meglio il principio dell'applicazione dell'ecologia all'agricoltura, vediamo quali sono le piante che l'uomo ha coltivato tra le 250.000 specie selvatiche.

L'origine delle piante coltivate

Le piante coltivate appartengono a 55 famiglie diverse e non a una categoria particolare. I contributi di ogni famiglia, tuttavia, sono molto diseguali. Così talune hanno fornito soltanto una specie commestibile: le orchidee, per esempio hanno fornito solo la vaniglia; le tropaeolaceae solo il capperone, le passifloracee solo il frutto della passione e le polygonacee solo il grano saraceno. Due famiglie predominano largamente nella nostra alimentazione: le graminacee, che forniscono 29 cereali nonché la canna da zucchero, e le leguminose che forniscono 41 piante i cui semi tuberi o baccelli, sono commestibili. La preponderanza della prima famiglia dipende dal fatto che le graminacee sono le piante che non contengono elementi tossici antinutrizionali e possono quindi essere consumate in grandi quantità senza rischio di intossicazione. Hanno quindi costituito, tutte, l'alimento di base delle prime civiltà agricole: panico e riso in Asia; grano, segale, orzo e avena nel bacino del Mediterraneo; miglio e sorgo in Africa; miglio e mais in America.

L'importanza delle leguminose nell'alimentazione umana dipende dal fatto che queste piante hanno realizzato una simbiosi con un batterio che fissa l'azoto atmosferico: il rizobio. Tale particolarità conferisce loro un tenore di azoto, e quindi di proteine, particolarmente elevato, atto a compensare la scarsità di proteine animali riservate all'aristocrazia ed ai sacerdoti per i sacrifici religiosi: soia e *vigna* in Asia; lenticchia, fava, cece e pisello nel bacino del Mediterraneo; dolico, *niébé* e pisello *bambara* in Africa; fagiolo, arachide e lupino in America.

⁶ Altieri, M.-A., *L'agroécologie*, Debard, Parigi, 1986.

Le altre famiglie importanti per il loro contributo all'alimentazione sono le solanacee che, con 18 specie, forniscono frutti, spezie e tuberi, tra cui la patata; le crocifere, di cui l'uomo coltiva 13 specie, orticole come il cavolo o oleaginose come la colza; le cucurbitacee con 13 specie, come la zucca e il cetriolo; le rosacee che, con 11 specie, forniscono la maggior parte dei nostri frutti, come la mela o la ciliegia; le liliacee che con 11 specie, offrono soprattutto bulbi come l'aglio e la cipolla; le ombrellifere che, con 9 specie, forniscono spezie come il cumino o verdure come la carota, e infine le aracnee, che danno 8 specie di tuberi, come il *taro*, e che sono consumate soprattutto ai tropici.

I bisogni delle piante: l'ambiente e la nutrizione

Offrire a una pianta l'ambiente ottimale non è cosa facile, poiché esso comporta tre elementi principali che non è sempre semplice riunire: il suolo, il clima e le piante associate. Di queste tre componenti, il suolo è certamente quello da cui è più difficile prescindere. Da quando i concimi di sintesi producono rese miracolose, molti orticoltori hanno scelto suoli sabbiosi, vale a dire suoli inerti che si comportano come semplici supporti, per coltivarvi verdure di campo. In questi terreni puramente minerali, l'assenza del complesso argillo-umico è stata compensata dall'utilizzazione massiccia ed eccessiva di concimi e prodotti chimici. Per una ventina d'anni tali terreni hanno prodotto senza difficoltà, poi le cose si sono complicate. Gli agenti patogeni hanno cominciato a moltiplicarsi a causa della scarsa competizione microbica dovuta all'assenza del complesso colloidale, fonte di ogni scambio nutritivo. Per mantenere gli agenti patogeni entro un limite tollerabile, si ricorre a dosi crescenti di pesticidi e si giunge persino alla sterilizzazione completa dei terreni, tra due colture, effettuata grazie a vapori di bromuro di metile o di dicloropropano.

Il clima del paese di origine della pianta ha la sua importanza, ma l'uomo può giocare su un fattore biologico essenziale: la variabilità genetica, che permette, rendendo una specie più precoce, di estenderne l'area di diffusione. Un esempio sono i grani primaverili, la cui caratteristica di non necessitare di un periodo di freddo per germinare ha permesso di estendere verso nord la zona di coltura del grano.

L'ultimo fattore, il più difficile da controllare, dell'ambiente di una pianta è quello costituito dalle piante che le succedono (rotazione) o l'accompagnano (associazione), pratiche oggi trascurate dall'agronomia e totalmente abbandonate nel caso della monocoltura. Riguardo alla rotazione, menzionata nei trattati di agricoltura più antichi, le ipotesi sul loro effetto benefico, si riassumono in tre fenomeni: le esigenze nutritive delle piante, il miglioramento della struttura del suolo, grazie all'azione delle radici, e la lotta contro il parassitismo. Un esempio per il primo: la barbabietola necessita potassio ma non azoto; costituirà quindi un buon precedente per il grano che esige poco potassio e più azoto; analogamente, la colza esige zolfo e azoto, ma meno potassio o fosforo. La rotazione presenta il vantaggio dell'azione delle radici sui suoli, così l'erba medica con 6 tonnellate di radici per ettaro permette di aerare il suolo e di mantenervi la materia organica, creare vie di passaggio per le piante successive e i microbi, nonché la risalita biologica di elementi come il calcio e il potassio. Infine, alternando piante molto diverse, per fisiologia e famiglia botanica, si evita il pullulare dei parassiti delle piante da un anno all'altro. Esempi di alternanza dei tipi di piante: piante da foglie (insalata, spinacio) seguite da piante da radici (carota, scorzonera), seguite da piante da semi (fagiolo, pisello). Alternanza di famiglie: si evita la carota, pianta da radice, dopo il sedano, pianta da foglia, in quanto appartenenti alla famiglia delle ombrellifere; idem per cavolo e ravanella, della famiglia delle crocifere. Oltre ai parassiti, la rotazione aiuta a contrastare le erbacce, come nel caso tra piante sarchiate (barbabietola e patata) e cereali. La rotazione serve dunque per il suolo, per i microbi e per contrastare le erbacce.

L'associazione delle piante è un ambito poco conosciuto. Come gli uomini, le piante si associano per darsi forza ed adattarsi, utilizzando l'ambiente. La scienza che studia le associazioni vegetali, la fitosociologia, è ancora ai primi passi e da poco tempo inizia a interessarsi delle piante coltivate. Talune specie si detestano come il fagiolo e la cipolla, mentre aglio e fragola si stimolano. Carota e porro scacciano i reciproci parassiti. Fino al XIX secolo gli agricoltori mescolavano grano estivo, farro e frumento, in quanto il primo più produttivo è anche sensibile alla siccità, mentre farro e frumento sono buoni per annate rispettivamente secche o umide. Un'altra antica associazione, quella degli alberi da frutta e dei parassiti, presentava due vantaggi: evitava la propagazione dei parassiti e forniva ombra agli animali che concimavano gli alberi con i loro escrementi. L'associazione è valida anche nel caso delle foreste che devono contenere diverse specie (faggi, querce, frassini e carpini, aceri e maraschi). Un suolo ricco può essere rovinato nel giro di un secolo da una coltura di pini *douglas* e, infatti, migliaia di ettari sono stati così resi incolti in tutta Europa, mentre piantati a latifoglie avrebbero fornito suoli fecondi e costituito riserve utilissime in quest'epoca di distruzione dei suoli del pianeta. Le conifere non sono adatte alla pianura: lasciamole nei climi estremi del Grande Nord o sulle cime dei monti, alternando picea e larice, pini e abeti. In arboricoltura un filare di pesche ogni tre o quattro filari di vite rappresenta un'associazione utile per entrambe le specie.

La nutrizione delle piante

Come tutti gli esseri viventi, le piante sono costituite o utilizzano atomi provenienti dal pianeta terra. Ciò che invece distingue le piante dagli altri organismi viventi, a eccezione dei microbi autotrofi, è la capacità di prelevare gli elementi nutritivi da quelle due fonti di materia terrestre che sono l'atmosfera e il suolo...Gli altri mammiferi, umani e animali, sono incapaci di ricavare la loro sostanza da queste due fonti e per nutrirsi sono obbligati a mangiare piante o animali.

Per le piante, il prelevamento degli elementi dall'atmosfera e dal suolo richiede l'utilizzo di organi molto diversi: le foglie lisce e piatte dei rami o dei gambi per nutrirsi dell'atmosfera contenente atomi leggeri che sono rapidamente mescolati e omogeneizzati; le radici numerose e aggrovigliate come una chioma, per nutrirsi dal suolo che contiene atomi pesanti e poco mobili. In modo schematico si può dire che gli atomi leggeri dell'aria vanno verso le foglie, mentre le radici sono obbligate ad andare verso gli atomi immobili del suolo. Attesa e azione riassumono le strategie rispettive delle foglie e delle radici. La biologia, in questo caso, si fa beffe della nostra civiltà industriale, in quanto la paziente attesa delle foglie fornisce più del 95% degli elementi costitutivi delle piante, mentre l'azione faticosa delle radici ne fornisce meno del 5%. Questa semplice considerazione potrebbe integrarsi a meraviglia in una discussione filosofica su leggerezza e pesantezza, su preghiera e azione, o in una discussione religiosa sull'attesa della preghiera e l'azione dei missionari.

Tornando alla nutrizione delle piante, basta riflettere un po' per capire la ragione che fa dell'atmosfera la principale fonte di elementi costitutivi degli organismi viventi: essa possiede infatti due tratti specifici, la leggerezza e l'omogeneità, che ne fanno un ambiente ideale. L'atmosfera è formata soltanto da atomi leggeri: il piombo, l'oro, il platino sono assenti dal gas atmosferico. Tra tali atomi leggeri. Quattro formano la parte principale della materia vivente: il carbonio, l'ossigeno, l'azoto e l'idrogeno. Questi quattro elementi atomici di base sono i più leggeri, capaci di formare legami molto forti. Grazie a essi i nostri corpi sono al contempo solidi e leggeri. L'omogeneità e il costante rimescolio dell'atmosfera costituiscono un altro vantaggio, in quanto permettono il funzionamento rapido del ciclo di questi quattro elementi. L'anidride carbonica emessa dalla respirazione si mescola rapidamente all'atmosfera e può essere utilizzata dalle piante. Dei 106 elementi che costituiscono il pianeta terra, solo 34 sono necessari alla vita e solo 16 assolutamente necessari alle piante.

Le piante si nutrono quantitativamente dall'atmosfera e qualitativamente dal suolo. Pochissimi elementi atmosferici formano il grosso della materia secca vegetale; molti elementi del suolo formano pochissima materia vegetale. L'osservazione è importante in quanto mostra l'errore dell'agronomia attuale che, con i concimi, nutre quantitativamente le piante dal suolo, il che va contro la loro fisiologia.

Un'altra osservazione che si può fare è che il suolo fornisce due tipi di elementi alle piante: degli elementi non costitutivi che la pianta prende a prestito e restituisce a fine coltura, e degli elementi costitutivi che entrano nella composizione delle molecole organiche dei vegetali. Gli elementi non costitutivi, gli ioni monoatomici, sono gli unici che non passano attraverso i cicli microbici ed entrano nella pianta sotto forma atomica. Sono semplici trasportatori di cariche e, in quanto tali, le piante li prendono a prestito dal suolo per restituirli a fine ciclo. Alcuni portano cariche positive, come il potassio, il sodio, il litio; il cloro, invece, porta una carica negativa. Gli elementi costitutivi del suolo non entrano sotto forma atomica, ma ossidata o chelata. Le trasformazioni sono effettuate dai microbi del suolo, che offrono in forma assimilabile questi elementi contenuti nella roccia madre o nell'humus. Così il fosforo, lo zolfo, vengono assorbiti sotto forma ossidata, serve quindi che vi sia ossigeno nel suolo, che deve essere aerato. Altri elementi come il ferro, il manganese, il boro, il molibdeno vengono chelati. Una quindicina di importanti oligoelementi del suolo penetrano così sotto forma organica nelle piante. Questa constatazione permette di abbattere l'ostinato pregiudizio secondo cui i vegetali hanno un'alimentazione puramente minerale (tenace quanto quello della *generazione spontanea* nel XIX secolo).

E', infine, necessario parlare di un elemento che, pur non essendo costitutivo delle piante, serve da ambiente di trasporto per gli elementi nutritivi nel mondo vivente: l'acqua. Senza di essa, non vi sono colture possibili, e i deserti lo testimoniano. Ovunque viva un tessuto vegetale, l'acqua è presente. Questo liquido di vita abbandona il vegetale solo al momento della maturità nelle piante annuali e nel cuore indurito degli alberi a foglie. L'acqua viene dal cielo, bagna le radici e risale nelle piante con la linfa. Per assorbire l'acqua, le radici posseggono due strategie: l'assorbono con i loro peli o attraverso i filamenti delle micorizze, funghi simbiotici che vivono nelle radici delle piante e partecipano all'assorbimento degli elementi del suolo in cambio di zucchero radicale. Nel caso degli alberi, l'assorbimento dell'acqua avviene soltanto tramite le micorizze. Di conseguenza, qualsiasi attacco alla microflora forestale può avere ripercussioni drammatiche sugli alberi.

Biodiversità e agricoltura

Alla base dell'agricoltura c'è stato il sacro. Solo da una cinquantina d'anni l'agricoltura ha tagliato i ponti con la dimensione spirituale. Ma non bisogna dimenticare che in tutte le civiltà agricole le piante coltivate erano state date agli uomini dagli dei e tutti i miglioramenti genetici o tecnici erano parimenti considerati doni divini. Sugli 8000 anni di evoluzione dell'agricoltura, la scienza ha inciso per solo un secolo, mentre la religione, associata all'empirismo, ha inciso per 7900 anni.

L'uomo non ha atteso la scienza per mangiare...

La scienza non è miracolosa come crede la nostra epoca e conviene sottolineare il fatto che, in un secolo, gli scienziati dell'agronomia non hanno addomesticato nessuna specie vegetale, nonostante gli enormi progressi della genetica, che si è limitata a perfezionare acquisizioni millenarie, senza creare nulla. Gli agronomi non hanno inventato nulla, hanno solo reso deperibile l'agricoltura. In Francia, nel 1906, si contavano 3600 varietà di mele. Nel 1986, ne rimangono sul mercato soltanto 10, che rappresentano solo l'8% del mercato nazionale; 4 varietà americane riforniscono il 92 % del mercato e la golden, da sola, fa la parte del leone con il 70%. All'inizio del secolo, gli agricoltori

francesi coltivavano 9 specie di grano, mentre ora ne coltivano soltanto 2. Sono state ritirate dal circuito quelle che non si adattavano ai concimi e conservate quelle che ne esigevano in abbondanza, per la gioia dei commercianti e a danno dell'ambiente. La selezione prosegue e ben presto gli agricoltori europei ne coltiveranno una probabilmente una sola, da cui verranno paste o pane, farina o birra. [...poi gli OGM]

Poco a poco, le specie e le varietà di piante coltivate scompaiono dai frutteti, dagli orti e dai campi, a vantaggio di alcune varietà produttive, ma spesso insipide. Si tratterà di una scomparsa totale, come quella delle specie selvatiche? No, perché ci sarà sempre qualche irriducibile che conserverà gelosamente il melo del nonno o la cipolla della nonna. Nel mondo umano una scomparsa è raramente totale, soprattutto quando l'uomo vigila, poiché ciò che è raro è anche caro e quindi ricercato. [Specie se è anche buono] I collezionisti non si accontentano di salvare le opere d'arte, salvano anche le varietà coltivate e, fintanto che esisteranno orticoltori appassionati, esisteranno campetti destinati a salvare le varietà. Le piante hanno lo stesso destino delle conoscenze: in caso di sciagura, alcuni isolotti continuano a sopravvivere. Quando i barbari schiacciarono l'Impero Romano, la cristianità sopravvisse nei monasteri irlandesi, scozzesi e bizantini e, al ritorno della pace, questi isolotti fiorirono e si moltiplicarono attraverso l'Europa. Quanto più le nostre campagne diventano uniformi, omogenee, tanto più gli orticelli diventano segreti, diversificati e ricchi di avvenire.

Ci siamo limitati a parlar delle piante coltivate, che rappresentano una parte infima delle 250.000 specie selvatiche esistenti....da 2000 anni non è stata addomesticata una sola pianta agricola.

Capitolo 4 – Agrologia e fertilizzazione

I campi delle dimensioni di un tappeto, i tubi di bambù..

Agrologia e fertilizzazione

La comprensione delle leggi del suolo e degli ecosistemi ci permette di renderci conto che l'agronomia classica, con i suoi apporti di concimi ternari, N,P, e K, è molto arcaica, in quanto semplifica in modo eccessivo il modello agricolo. Il contadino deve, invece, stimolare la fertilità di quel complesso costituito dal suolo, dalla fauna del suolo, dai microbi del suolo e dalle piante. La fertilizzazione chimica è semplicemente un modo di drogare le piante, provoca un aumento delle rese ma comporta uno scadimento qualitativo e ci fa perdere il piacere di mangiare. Gestendo la fertilità globale del campo, il contadino si garantisce una produzione di qualità: non si accontenta più di nutrire gli uomini, ma li gratifica, producendo alimenti gustosi e rispettando l'ambiente. Adotta le stesse regole sviluppate dall'industria, quelle di una produzione qualitativamente elevata: una rivoluzione per gli agricoltori che, da cinquant'anni a questa parte, producono senza preoccuparsi della sorte della loro produzione. Consegnano merce alla cooperativa...

La fertilizzazione del suolo

Per migliorare la fertilità di un suolo in vista di una coltura, l'uomo può agire a diversi livelli. Può modificare il suolo, qualora non si presti alla coltura prevista, o limitarsi a stimolare la fusione delle argille e degli humus, in modo da assicurare la formazione di un complesso argillo-umico, che sta alla base della fertilità. I livelli d'azione sono tre: 1) la modificazione del rilievo, 2) quella del profilo colturale e 3) quella della testura intima del suolo.

1) Può accadere che il rilievo di una regione non si presti a una data coltura, mentre il clima le è particolarmente favorevole o la densità demografica è tale da imporla. In questo caso l'uomo

modifica il rilievo per adattarlo alla propria coltura. Tale modificazione può andare dal semplice livellamento alle coltivazioni a terrazza, specie nel caso dei rilievi accentuati. Il terrazzamento delle colture viticole e fruttifere costituiva parte del fascino di intere regioni, ma l'enorme lavoro di costruzione e manutenzione dei muri di sostegno ne ha causato la scomparsa. L'aggravarsi dell'erosione, tuttavia, in seguito all'abbandono delle terrazze, ha provocato la comparsa di un altro tipo di tecnica, in cui le terrazze sono create con l'aiuto dei bulldozer e i muretti sostituiti da pendii in terra, sui quali, per rallentare l'erosione, sono coltivate piante rampicanti, come il capperò in Spagna. Il capolavoro agricolo della coltura a terrazza rimangono tuttavia le risaie del Sud-est asiatico, in cui il riso sale fino alla sommità delle colline, grazie a una serie di terrazzamenti che seguono, in modo rigoroso, le curve di livello, permettendo così all'acqua di rimanere nei campi inondati. Straordinario lavoro di irrigazione, in cui i tubi sono di bambù e certi campi non superano le dimensioni di un tappeto.

La bellezza di questi paesaggi dà ragione a Pascal, secondo cui la bellezza coincideva con l'utile.

2) Qualora il profilo del suolo non sia più adatto a una certa coltura, l'uomo può modificarlo. Per esempio nei suoli podsolizzati in cui la materia organica evoluta si è spostata in profondità e non esercita più la sua funzione nella maturazione del suolo e nell'alimentazione dei microbi e delle piante. Sarebbe quindi utile un'aratura profonda, suscettibile di riportare tale materia organica in superficie. In arboricoltura, allorché il suolo, troppo sabbioso o troppo ciottoloso, non permette l'avvio di una coltura d'alberi, si può ricorrere al buco romano, scavando per ogni albero una fossa che viene riempita di terra buona. Nelle zone aride si interra anche una giara di terracotta....

3) L'uomo può modificare la testura del suolo, la dimensione delle particelle che lo compongono. Può togliere le pietre troppo grosse di un campo, aggiungere sabbia a un suolo troppo argilloso o argille a uno troppo sabbioso. Queste minuziose miglioni appartengono al passato...

La spietatura. Per valorizzare terreni ciottolosi, gli agricoltori di un tempo li spietavano e costruivano muretti a secco di separazione...oggi in rovina. Ai giorni nostri le arature profonde riportano in superficie le pietre sepolte, rendendo vani quei lavori millenari. Inoltre, nelle regioni calcaree, in cui le pietre sono larghe e piatte, la spietatura è stata sostituita da potenti macchine frantumatrici, una pratica veloce, ma con l'inconveniente di riversare troppo calcare sul suolo.

La sabbatura e il compostaggio. Il caso contrario dei suoli pietrosi è quello degli argillosi, costituiti da particelle troppo fini che necessitano più aria ed acqua. Si aggiunge sabbia per aerare e humus per legare l'argilla nel complesso argillo-umico. Sabbia e compost venivano solitamente aggiunti nelle buche da semina o nei solchi.

La marnatura. Nei suoli sabbiosi che non trattengono l'acqua e gli elementi nutritivi, si praticava la marnatura, unita al compostaggio, che consisteva nell'estrarre la marna, un'argilla calcarea, lasciarla asciugare e frantumarla per mescolarla a del compost molto maturo e spargere il tutto sui suoli sabbiosi. Questo reintegra il complesso argillo-umico. E' l'alternativa ai concimi chimici.

Il Limo. Usato sin dalle epoche più remote dagli agricoltori delle vallate dei grandi fiumi soggette a inondazione, si pratica creando piccole dighe a secco o piantando siepi che, all'epoca del ritiro delle acque, permettono di ritenere le particelle di limo fertili.

Il mulching. Una pratica che consiste nel rivestire la superficie del suolo con una copertura minerale o organica. Si può imbrecciare una vigna o coprirla con uno strato di paglia o di cortecchia, di foglie secche, di segatura o di compost. Si protegge così il suolo dall'erosione e lo si mantiene fresco durante l'estate e, quando il *mulch* è organico, si stimola la vita microbica.

Per economizzare l'acqua di irrigazione (ed evitare sia i costi che la salinizzazione dei suoli), occorre aumentare la permeabilità di superficie e quindi il fronte di umettazione, e aumentare l'umidità del suolo. Questi due risultati si ottengono sostituendo l'aratura, che dissecca i suoli, con le piante di copertura, che ne aumentano la permeabilità grazie alla porosità di superficie creata dalla fauna epigea e dalle radici delle piante. Un limo arato possiede una permeabilità di 1 millimetro d'acqua all'ora, mentre lo stesso limo, coperto di piante, può raggiungere gli 80 millimetri. In un suolo arato, 1 millimetro d'acqua impregna 1 millimetro di terreno, in un suolo a semina diretta, 1 centimetro, il che permette di dividere per 3 l'irrigazione. E non dimentichiamo che l'agricoltura convenzionale consuma con l'aratura il 75% dell'acqua dell'umanità.

La fertilizzazione della fauna del suolo

Abbiamo visto che la fauna è indispensabile per aerare e rimescolare i suoli, per tritare la materia organica e per eliminare le radici morte dalle colture. Per essere durevole, un'agricoltura deve quindi fertilizzare le tre faune del suolo. Per fertilizzare la fauna epigea, quella che vive alla superficie del suolo aerandolo con le gallerie e triturando la materia organica, l'agricoltore deve nutrirla. A tale scopo utilizzerà il compost in cumulo o quello in superficie con la semina diretta. Un cumulo ben fatto di compost deve contenere più di 2 milioni di animali epigei per tonnellata. Una volta sparso sul suolo, gli fornirà milioni di animali aeratori. Nella tecnica della semina diretta, lasciare le paglie in superficie permette la moltiplicazione della fauna epigea. Il suolo diviene soffice e ben aerato. Mentre un limo arato gela alla prima pioggia, lo stesso limo in semina diretta permetterà che la pioggia si infiltri rapidamente. D'inverno, questo fatto avrà conseguenze importanti per le colture, in quanto un suolo biologicamente morto gela, mentre un suolo vivo non gela mai. Quest'ultimo, infatti, non si ingorga mai di acqua per la buona permeabilità, mentre un suolo morto, ingorgato, gelerà durante il giorno. E' l'acqua infatti a gelare, non il suolo.

Occorrerà anche fertilizzare la fauna endogena, che nutre le radici. A tale scopo, l'agricoltore praticherà la semina diretta delle piante di copertura e sceglierà specie a radicamento profondo e denso, come i cereali, per fornire lungo tutto il corso dell'anno alla fauna endogena un nutrimento abbondante sotto forma di radici morte. Eviterà la successione di colture a debole radicamento, come la rotazione delle barbabietole, patate, fagiolini, cipolle, in quanto queste piante lasciano pochissime radici e quindi non mantengono la fauna endogena. Non lasciando mai il suolo a nudo grazie alle piante intercalari, il contadino assicurerà una forte aerazione del sottosuolo *via* le gallerie della fauna endogena.

Occorrerà anche nutrire i lombrichi, la fauna anesica, ragion per cui si praticherà il compostaggio in cumulo o in superficie, come per la fauna epigea. Con le loro grosse gallerie verticali, i lombrichi metteranno in rapporto l'aerazione di superficie con quella profonda.