

# Micorrizze: gestione naturale degli alberi

Parlando di substrati non si può non far riferimento anche ai microrganismi che vivono nel suolo. Importante è il ruolo simbiotico tra micorrizze e le specie arboree specie in terreni urbani spesso privi di sostanza organica.

---

di **Daniele Zanzi**  
dz@fito-consult.it

*Dottore agronomo*

---

**L**e micorrizze, la loro biologia e il loro impiego pratico nel mondo del verde ornamentale fecero la loro prima timida comparsa nel 1995 durante il Congresso internazionale di arboricoltura di Merano, organizzato dalla Sezione Italiana dell' I.S.A. - International Society of Arboriculture.

Nella stupenda Sala Congressi liberty della Kurhaus affollata come non mai da tecnici e professionisti, organizzammo un confronto - dibattito tra Alex Shigo, l'indiscusso e ormai affermato *guru* della moderna arboricoltura, e Donald Marx, professore all'Università della South Carolina, considerato tra i maggiori esperti di biologia del terreno, tanto da meritarsi il Marcus Wallemberg Prize, una sorta di Premio Nobel per la silvicoltura. Due giganti dell'arboricoltura mondiale si confrontarono in diretta, non senza divergenze d'opinioni, su di un tema,

certo a molti noto, ma che suscitò grande interesse e stupore: le micorrizze.

Non si discuteva certo di una novità; tutti noi, all'università, ne avevamo letto, qualcuno ci aveva anche fatto la tesi. Argomento dunque conosciuto, ma sicuramente misconosciuto fino ad allora nei suoi aspetti biologici e applicativi. Merano rappresentò dunque uno spartiacque e un punto di partenza; da allora anche l'arboricoltura, il vivaismo, la paesaggistica incominciarono ad interessarsi veramente e concretamente di micorrizze; fino ad allora erano rimaste relegate nel mondo dei libri e dell'accademia. Mi considero dunque un po' il pioniere dell'uso e della diffusione di queste associazioni simbiotiche, e ne sono molto orgoglioso, non tanto per i risultati ottenuti – uno può crederci o meno –, quanto perché il diffondere questi concetti ha sicuramente contribuito ad un diverso approccio agli alberi e ai loro associati; con il parlare di micorrizze e dell'impiego di spore di funghi micorrizogeni si è aperta una nuova visione nella gestione degli spazi verdi, quella che io definisco "naturale" – badate bene non "biologica"; una nuova filosofia e nuove tecniche sono sorte con l'attenzione concentrata non tanto su di un patogeno o su di un albero, ma sull'intero sistema albero.

È quindi giusto ora scrivere facendo il punto e trasmettendo la mia personale esperienza che non può fare astrazione da concetti preliminari di ordine biologico ed anatomico.

Molti milioni di anni fa, gli alberi e le

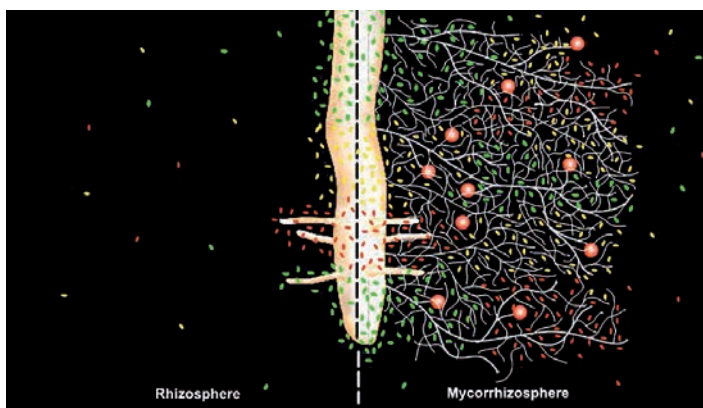


*Alex Shigo durante un seminario sulla biologia del terreno sul finire degli anni '90 all'Università della North Carolina (USA).*

Prove sperimentali in pieno campo sull'inoculo artificiale con spore di funghi micorrizogeni: a sinistra le dimensioni del tronco di un *Prunus avium* non trattato, a destra un albero inoculato.



Disegno schematico che illustra a sinistra la rizosfera, a destra la micorrizosfera: è evidente che le micorrize ampliano a dismisura il volume di terreno esplorato dalle radici.



altre piante terrestri cominciarono a evolversi formando ecosistemi dinamici sostenibili. Da subito dovettero confrontarsi con alcuni stress naturali come siccità, infertilità del suolo, fuochi e tempeste catastrofiche, mancanza di terreno ed eccessiva competizione fra gli individui della specie vegetale. Per sopportare questi stress, svilupparono alcune strategie di natura fisica, chimica e biologica. Le piante sopravvissute formarono radici laterali, occupando volumi di suolo sufficientemente ampi in modo tale da poter assorbire minerali, azoto e acqua in quantità sufficienti alle loro necessità vitali.

Gli alberi più competitivi in questo ecosistema, allora come oggi, risultano quelli dotati di un apparato radicale più sviluppato e funzionale. Le parole chiave sono "sviluppatto e funzionale". E' bene ricordare che alberi e piante, negli ecosistemi naturali, non sono mai stati fertilizzati e irrigati, tuttavia sopravvivono!

Una strategia biologica sviluppata dagli alberi per sopravvivere è la costituzione di un'associazione tra specifici microrganismi e le radici non legnose localizzate nei primi 15 -20 cm di terreno. Il numero di organismi coinvolti in questa associazione è altissimo! Questa enorme biodiversità rende pressoché impossibile isolare gruppi individuali di microrganismi e identificare il loro ruolo nella decomposizione e riciclo del carbonio organico che è alla base del benessere del suolo. Il

ciclo del carbonio è una catena di eventi; ogni singolo anello o passaggio è caratterizzato da una differente specie di microrganismo che va a modificare lo stato chimico del carbonio organico disponibile in quel momento. I diversi gruppi di microrganismi "mangiano" - procurandosi così composti nutritivi ed energia - ciò che è loro concesso e che trovano; lasciano poi il posto, morendo, ad altri gruppi in successione che continuano il lavoro biologico di demolizione del carbonio organico... e così via... fino a che il carbonio è ritrasformato in anidride carbonica e acqua! Siamo arrivati ora alla linea di partenza, cioè di nuovo all'anidride carbonica, disponibile per il ciclo del carbonio attraverso la fotosintesi, per ripetersi! Potrebbero passare, però, migliaia di anni prima che composti stabili del carbonio, come la lignina, siano ritrasformati nei loro elementi originali.

L'insieme dei microrganismi del terreno costituisce solo il 5% della sostanza organica totale (viva e morta); eppure, in tutti i suoli, sono alla base del ciclo del carbonio! Senza di essi non vi sarebbe la vita!

I microrganismi non sono in grado di fotosintetizzare - eccetto alcune alghe del suolo e alcuni batteri, i cianobatteri -; dipendono quindi da apporti esterni di energia e di carbonio: la sistemica e la divisione di questi microrganismi si basa sulle modalità con cui riescono ad ottenere la loro fonte di carbonio.

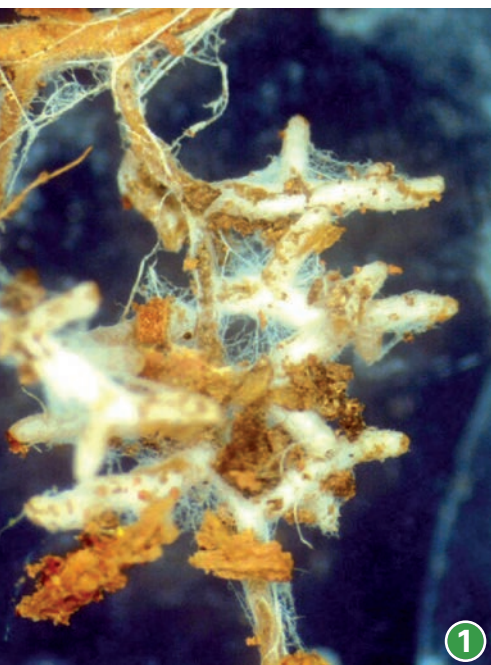
## Saprofiti

Sono il gruppo più cospicuo di microrganismi; si procurano il carbonio per la loro nutrizione direttamente dalla decomposizione delle lunghe catene di sostanza organica morta.

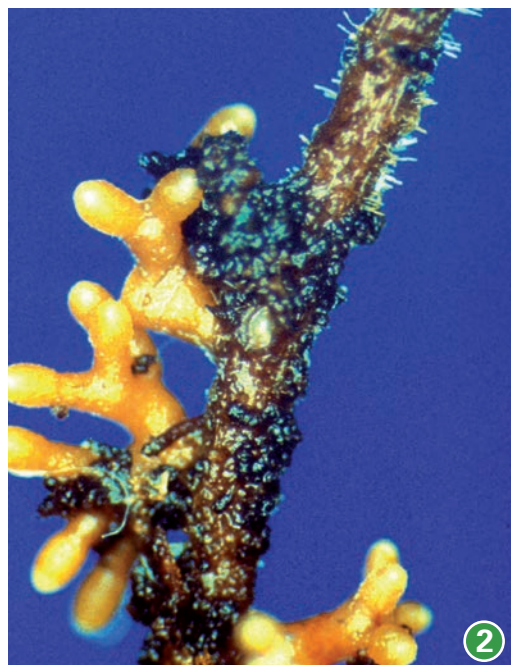
Tipici esempi di saprofiti sono i funghi nel legno deperito, i batteri e i funghi presenti nel compost e nel primo strato del terreno delle foreste, alcuni azotofissatori, i lieviti del pane, i batteri nei contenitori settici e molti altri ancora. Batteri benefici e funghi vivono sulla superficie delle radici capillari (rizosfera) solubilizzando alcuni elementi minerali, come il fosforo, da fonti minerali insolubili e rendendoli disponibili alle radici delle piante. Essi decompongono la materia organica, producono promotori di crescita per le radici, aumentano la struttura del suolo e a volte competono con patogeni agenti di malattie radicali. I microrganismi della rizosfera si riproducono in abbondanza perché le quantità di carbonio organico sono presenti nel suolo in quantità abbondante.

Le radici degli alberi emettono essudati nel terreno ricchi di zucchero a molecola relativamente semplice; queste sostanze sono la fonte principale di energia per i batteri e i microrganismi che vivono nella rizosfera e che sono alla base del ciclo del carbonio. Alex Shigo, con una definizione molto calzante, chiamava

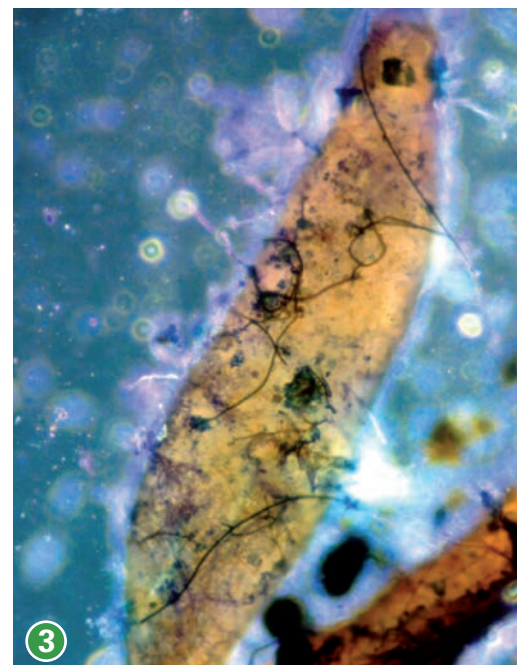
»»»



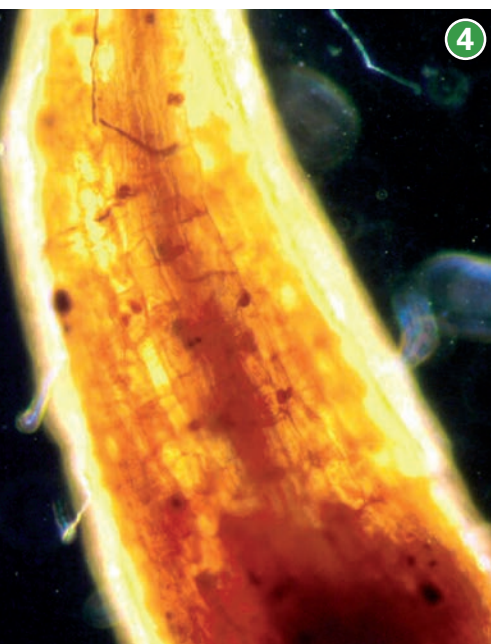
1



2



3



4



5

Immagini di micorrize al microscopio di Alex Shigo:

1. Endomicorriza con evidente feltro di micelio del fungo simbiote.
2. Tipiche ectomicorrize di conifera con la forma "a lampadina".
3. Endomicorriza al microscopio con visibile le ife.
4. Sezione di radice al microscopio con endomicorrize interne.
5. Giovane micorriza si sta sviluppando dopo che un pelo radicale è stato infettato.

questi essudati "tasse" che gli alberi dovevano pagare all'ambiente per la loro vita, perché di fatto rappresentavano una perdita secca nell'economia energetica della pianta.

### Fissazione biologica dell'azoto

L'aria è composta circa per l'80% da azoto. Nessun uomo, animale o pianta è in grado di usare direttamente l'azoto elementare. Per essere assimilato da qualsiasi forma vivente deve essere prima fissato, legandosi con altri elementi come l'idrogeno, l'ossigeno e il carbonio e venir poi utilizzato nella sintesi di amminoacidi, peptidi, proteine ecc.

L'azoto fissato finisce nella catena alimentare di qualsiasi essere vivente. La fissazione dell'azoto è seconda in importanza solo alla fotosintesi. L'azoto con l'acqua è l'unico fattore limitante la crescita delle piante. Solo alcuni microrganismi del suolo e gli actinomiceti possono fissare l'azoto atmosferico.

Fondamentalmente sono tre i sistemi microbiologici coinvolti nella fissazione. L'azoto atmosferico può essere legato simbioticamente da noduli batterici radicali (principalmente *Rhizobium spp.*) presenti in più di 100 specie di leguminose erbacee (piselli, fagioli, arachidi, ecc.) e su alcune leguminose arboree (acacia,

mimosa, glicine, robinia, ecc.). Specifici actinomiceti (principalmente *Frankia spp.*) formano associazioni simbiotiche su piante non leguminose, come casuarine, eleagnus e ontani, anche attraverso alcuni batteri presenti nella rizosfera delle piante e alcuni batteri liberi nel suolo. I microrganismi dei noduli ottengono il carbonio organico direttamente dalla loro unione con la pianta ospite. I batteri della rizosfera ottengono la loro energia da cellule di sfogliamento delle radici o dagli essudati radicali. I batteri liberi nel terreno sfruttano invece il carbonio dalla sostanza organica del suolo. Senza tutte queste fonti di carbonio i microrganismi non potrebbero fissare l'azoto. L'azoto fissato, dopo alcune trasformazioni biochimiche, è finalmente rilasciato nel suolo sotto forma di azoto ammoniacale o ione nitrato, per essere utilizzato dalle piante.

## Patogeni e predatori

Questo gruppo può ottenere carbonio solo direttamente da ospiti viventi, causando una disfunzione fisiologica (patologia) degli stessi o direttamente uccidendoli e mangiandoli (predazione). Non è il caso di soffermarsi qui sulla valenza e gli aspetti delle patologie; esempi di predatori sono i nematodi utili, le amebe ed altri protozoi che ingeriscono batteri e nematodi parassiti delle piante.

Ricordatevi che tutti i patogeni e i parassiti sono già presenti in natura...l'uomo non li ha ancora creati! La loro popolazione è solitamente molto bassa nei terreni suoli vegetali naturali perché sono tenuti sotto controllo dalla competizione (per il carbonio e per lo spazio) e dall'antagonismo di un'enorme numero di organismi benefici. In ecosistemi naturali i tipi benefici sono enormemente in sovrannumero rispetto ai tipi patogeni. Di solito, è solo dopo un evento catastrofico, come ad esempio un incendio, un'inondazione o una forte siccità, che l'equilibrio della popolazione microbica del suolo può essere temporaneamente spostato a favore dei patogeni, favorendo il declino delle piante, le malattie e gli attacchi d'insetti. Ricorda che il benessere è la norma in ecosistemi vegetali naturali, mentre la malattia cronica e il danno da parassiti è l'eccezione!!

## Simbionti

I microrganismi detti "simbionti" ottengono il carbonio di cui hanno bisogno direttamente dall'associazione con l'ospite vivente. In questa unione, l'ospite non è danneggiato, ma cresce grazie ad una simbiosi mutualistica. Esempi di microrganismi simbionti sono i batteri azotofissatori, i funghi micorrizogeni, vari microbi e alghe formanti i licheni.

La maggior parte delle piante sulla terra stringono relazioni simbiotiche con i funghi micorrizogeni. Questa

## E' bene ricordare che alberi e piante, negli ecosistemi naturali, non sono mai stati fertilizzati e irrigati, tuttavia sopravvivono!

particolare colonizzazione radicale è possibile sia all'esterno delle radici assorbenti (Ectomicorrize) sia al loro interno (Endomicorrize).

Le ectomicorrize sono presenti su circa il 10 % della flora mondiale. Nel Nord America ci sono più di 2100 specie di funghi che formano ectomicorrize. Nel mondo, ne sono presenti più di 5000 specie. La maggior parte delle ectomicorrize possono essere riconosciute ad occhio nudo, poichè sono di differenti forme, misure e colori.

Le endomicorrize sono le più diffuse tra tutti i tipi di micorrize e comprendono tre gruppi. Le micorrize *Ericaceae*, che sono presenti in quattro o cinque famiglie delle *Ericales*. Le endomicorrize *Orchidaceae*, che appartengono solo alla famiglia delle *Orchidaceae*. Le micorrize Vescolari-Arbuscolari (VAM) rappresentano il terzo gruppo delle endomicorrize. Le vescicole e/o gli arbuscoli sono strutture prodotte da questi funghi all'interno delle radici da loro colonizzate. Le VAM sono state osservate in radici di più di 1000 generi di piante costituite da circa 200 famiglie. Più dell'85% delle 300.000 specie di piante vascolari sulla terra presentano delle VAM. Queste includono piante agricole (eccetto le *Brassicaceae*), la maggior parte delle foraggere coltivate e spontanee, alberi da frutta, alberi da legno, viti, piante desertiche, fiori e la maggior parte delle piante ornamentali (eccetto le *Ericaceae*). Sino ad oggi sono state identificate circa 150 specie di VAM. Le radici colonizzate da VAM, non hanno forma e colore diverso rispetto a quelle non colonizzate. Le VAM sono visibili solo al microscopio e quindi non possono essere identifi-

cate ad occhio nudo. A causa della loro posizione nelle radici e a causa della loro grossa dimensione, le spore delle VAM sono disseminate in nuove aree attraverso animali e insetti terribili molto lentamente.

I funghi micorrizogeni possono ottenere il carbonio necessario per la loro nutrizione solo dalle piante ospiti in grado di fotosintetizzare. Questo significa, molto semplicemente, che i funghi micorrizogeni non possono crescere e svilupparsi fino a che non entrano in associazione con le loro piante ospiti. In cambio espandono il micelio nel suolo, aumentando la superficie attiva delle radici, permettendo così alla pianta ospite di assorbire una maggior quantità di acqua, di azoto e di minerali essenziali. Si stima che una pianta dovrebbe avere approssimativamente a disposizione una quantità cento volte superiore di zuccheri ed energia per riuscire a formare radici assorbenti sufficienti a coprire una superficie uguale a quella presente in radici micorrizzate. Le radici con micorrize persistono di più rispetto alle radici assorbenti non colonizzate, incrementano la tolleranza delle loro piante ospiti alla siccità, al compattamento del suolo, alle alte temperature nel terreno, ai metalli pesanti, alla salinità del suolo, alle tossine organiche e inorganiche e agli estremi di pH del suolo. Difendono inoltre da alcune malattie radicali causate da funghi patogeni e nematodi, e proteggono la pianta dagli attacchi di alcuni insetti. In foreste naturali e praterie, alcune specie di funghi micorrizogeni colonizzano piante ospiti e formano con le radici una continua ed in-

»»»

terconnessa rete di miceli.

Recentemente, si è scoperto che i funghi VAM producono un essudato glicoproteico mentre sono in associazione con le radici. Questo composto organico, chiamata *glomalina*, gioca un ruolo importante nella stabilità degli aggregati del suolo e può rappresentare il 4-5% di tutto il carbonio e azoto del terreno. Le funzioni della glomalina non sono ancora del tutto chiare, ma è evidente il ruolo che gioca nel miglioramento della natura fisica dei suoli.

Nel tentativo di "addomesticare" gli alberi delle foreste l'uomo li ha rimossi dal loro sito naturale e li sta facendo crescere in una moltitudine di ambienti artificiali e artefatti.

Gli alberi possono essere presenti in una determinata area sia prima dell'intervento umano che dopo, quando la pianta è trapiantata. Le radici di alberi già presenti sono spesso danneggiate da mezzi meccanici di scavo, da fossi di drenaggio, dal livellamento e compattamento del terreno, dalle pavimentazioni di strade e marciapiedi. Le piante trapiantate sono messe a dimora nel nuovo ambiente con un apparato radicale ridotto, spesso meno del 10% di quello originario presente in vivaio. Spesso sono necessari anche 10 anni per ripristinare l'originario apparato radicale funzionale e assorbente. Queste nuove radici non solo necessitano di spazio e terra in abbondanza per svilupparsi in modo appropriato, ma devono trovare anche condizioni ottimali del suolo (ossigeno, temperatura adeguata, acqua disponibile, azoto solubile, e minerali essenziali).

Il terreno della maggior parte dei siti costruiti dall'uomo ha un bassissimo contenuto di sostanza organica che è indispensabile per favorire lo sviluppo naturale delle radici. Spesso poi il terreno è compattato e sovente con valori di pH estremi, dovuti da un apporto di acqua irrigua alcalina o dal-

## L'apporto artificiale di spore deve essere visto nell'ottica di aiutare le piante in condizioni oggettivamente difficili come sono oggi i luoghi antropizzati.

l'eccessiva salinità per overdose di fertilizzanti. Gli alberi devono avere la capacità di produrre nuove radici assorbitanti funzionali. Il suolo deve contenere una certa quantità d'inoculi di micorrize, necessaria per formare un'abbondante micorrizzazione sulle nuove radici, e deve avere un adeguato contenuto di sostanza organica con un'elevata carica microbica associata, utile per favorire i naturali rapporti tra radice e suolo.

Nei terreni urbani è quindi necessario ricorrere all'apporto artificiale di sostanza organica, di spore di funghi micorrizogeni e di altri microrganismi utili. Purtroppo l'uomo crea per gli alberi situazioni così artificiali e di difficile sopravvivenza che risulta di vitale importanza fornire aiuti biologici esterni e mirati. Ma quanti capitolati d'appalto prevedono l'impiego di tali sostanze e quanti operatori ne tengono davvero conto quando mettono a dimora un nuovo albero?

Un tempo era buona pratica, quando si piantava un nuovo albero, apportare nel sito di messa a dimora anche un po' di terreno di bosco o del luogo d'origine da cui proveniva l'albero; così facendo, consapevolmente o inconsapevolmente, si apportavano anche radici micorrizzate e spore di funghi. Ora questa pratica è andata persa. Ovviamente le spore di funghi micorrizogeni sono presenti ovunque; anche normalmente nei suoli di città, se non si tratta, come sempre più spesso - ahimè - avviene, di terreni di riporto o peggio ancora di detriti edilizi. L'apporto artificiale di spore deve essere visto in quest'ottica, quella di aiutare le piante in condizioni oggettivamente

difficili come sono oggi i luoghi antropizzati. E' bene scrivere anche che i miracoli non possono avvenire; non si possono resuscitare alberi morti o gravemente compromessi; non si può pretendere di far attecchire, con l'inoculo artificiale, alberi trapiantati non lavorati. Una pianta senza radici non può essere micorrizzata! Ma soprattutto, come scrivevo all'inizio, è bene ricordare che l'eventuale impiego di spore di funghi micorrizogeni va inquadrato in una più ampia visione di gestione del nostro verde, quella "naturale" che vede l'albero, la pianta, il tappeto erboso come un insieme di associati sinergici, tra loro connessi e collegati. Senza la presenza di un componente, anche tutti gli altri ne risentono o deperiscono. In Natura tutto è collegato e connesso. L'apporto artificiale di un solo associato può servire a nulla o a poco, se non sono presenti e ottimizzate anche tutte le altre componenti che contribuiscono alla salute dell'albero. C'è una differenza sostanziale tra salute e vigore di un organismo. Sono convinto che i nostri interventi debbano tendere a riportare la vita nel terreno e il vigore nella pianta e non fermarsi o concentrarsi solo sulla sua salute.

"Il capire rende le cose complesse semplici!" così scrisse Alex Shigo. Dobbiamo realizzare che la complessità della vita biologica di un albero e del terreno in cui vive non è ancora pienamente compresa; sembra complessa, in realtà la Natura non fa nulla di inutile e di complicato. E' necessario tornare a mettersi in sintonia con essa. ■