# PRESENTAZIONE

La condizione della vegetazione e del paesaggio che ci circonda mi ha indotto a scrivere "L'albero. Vita e morte di un immortale" perché sono convinto che sia necessario diffondere le conoscenze sugli alberi e sulle dinamiche che ne regolano e contraddistinguono l'esistenza.

Gli alberi sono i compagni della nostra vita, influenzano il benessere e la salute umana, condizionano il clima, mitigano la temperatura, depurano l'aria, favoriscono la sopravvivenza della maggioranza degli esseri presenti sul nostro pianeta.

Li piantiamo, li troviamo nei boschi, lungo le strade, nei giardini e nei parchi ma molto spesso non sappiamo apprezzarne le potenzialità, non comprendiamo il loro valore e non ne rispettiamo le esigenze.

Fino agli anni 50 del secolo scorso, in un contesto di agricoltura legata a una società agro-silvo-pastorale che si basava su un'economia di sostentamento, svolgevano un ruolo di fondamentale importanza. Servivano per ottenere foglie per nutrire gli animali, vimini per legare viti e intrecciare ceste, ramaglie per il sostegno delle piante da orto e da frutta, pali, legna da ardere e da opera di tutte le pezzature, suole per le scarpe e molto altro ancora. Per ottenere tutto ciò venivano impiegate tecniche di allevamento acquisite in secoli di sperimentazione empirica che permettevano di mantenere gli alberi efficienti a lungo, ottimizzando il rapporto costi benefici.

L'ultima guerra mondiale, la massiccia industrializzazione e l'urbanizzazione selvaggia che ne è seguita hanno fatto perdere alla maggior parte della popolazione il contatto con la natura e dimenticare le competenze maturate in passato senza sostituirle con una nuova cultura.

È facile perciò vedere conifere della fascia montana in pianura, latifoglie della macchia mediterranea in zone con clima continentale, soggetti che raggiungono facilmente i 30 metri di altezza inseriti in fazzoletti di terra addossati alle case o troppo vicini tra loro che vivono con scarse possibilità di futuro ed esemplari maestosi deturpati senza nessuna nozione tecnica.

Tendiamo a sottovalutare l'importanza degli alberi, li consideriamo dei semplici pezzi di legno, mentre sono organismi estremamente complessi.

Essi sono potenzialmente immortali perché sono dotati di cellule staminali multipotenti che si moltiplicano perennemente e generano con continuità le nuove parti della chioma, del tronco e delle radici dove avvengono le funzioni vitali. Ogni soggetto perciò svolge le sue attività principali solo su porzioni

giovani che si rinnovano ogni anno ed è capace di espandersi indefinitamente e conquistare il controllo della luce, dell'acqua e delle sostanze nutritive presenti nel suolo per un tempo illimitato senza invecchiare. La durata della sua esistenza è legata quindi alla capacità di gestirli in maniera adeguata alle loro caratteristiche.

Il libro è composto da sei capitoli ognuno dei quali è legato al precedente ma può essere letto senza rispettare necessariamente la sequenza proposta.

Inizia con l'avvincente storia della colonizzazione delle terre emerse da parte dei vegetali e la loro progressiva evoluzione fino a diventare alberi.

Non deambulano ma nella loro immobilità hanno acquisito la capacità di adattarsi e reagire con successo alle continue variazioni atmosferiche alle quali non possono sfuggire.

Vivono circondati da una coorte di piante, batteri, funghi, alghe, licheni, animali e altri esseri appartenenti ai più svariati regni con i quali hanno imparato a convivere in un sistema di rapporti estremamente articolato.

In tutte queste molteplici relazioni infatti, gli alberi, che non hanno un apparato nervoso centralizzato, sono riusciti a sviluppare una serie di meccanismi che permettono di riconoscere e controllare anche l'ambiente biologico circostante attraverso l'emissione di sostanze che agiscono da segnali di attrazione e repulsione e fanno parte di un codice di identificazione e biopercezione in grado di selezionare gli organismi utili, tenendo lontano i più dannosi e aggressivi.

Gli alberi non parlano, ma sono in grado di comunicare con noi attraverso la loro conformazione che mantiene per sempre i segni degli avvenimenti che ne hanno caratterizzato la storia. Per tale ragione dall'esame della chioma e delle radici è possibile valutare la loro età, l'accrescimento annuale e come sono stati modificati dagli eventi. Ciò dà la possibilità di instaurare un dialogo continuo immaginando di domandare agli alberi quale siano i loro problemi e i loro bisogni.

Nel loro cammino, durato milioni di anni di competizione, coesistenza e cooperazione, hanno elaborato configurazioni sofisticate per superare le avversità e affermarsi nei più svariati territori.

La consapevolezza di queste prerogative consente di rispettarli, governarli e valorizzarli in modo adeguato alle loro poco note ma fondamentali e insostituibili funzioni.

# I. DALLE PRIME CELLULE ALLE FORESTE, AGLI ALBERI ORNAMENTALI, AI PARCHI

Vogliamo conoscere la nostra antica natura
*Platone*

La terra si è costituita 4 miliardi e 600 milioni di anni fa in seguito all'esplosione di una supernova la cui deflagrazione proiettò grandi frammenti nello spazio che originarono il sole, i suoi satelliti e numerosi asteroidi di varia dimensione.

Il nostro pianeta iniziò a raffreddarsi, assunse la configurazione di una sfera e gli elementi più pesanti, in particolare ferro e nichel, si concentrarono nella parte centrale formando il nucleo.

Esso ha attualmente un raggio di 3.478 chilometri ed è diviso in due porzioni. Una interna solida, che non riesce a liquefarsi per l'enorme pressione a cui è sottoposta e una più esterna fusa, circondata da un mantello intermedio dello spessore di 2.875 chilometri, composto principalmente da ossidi e da una sottile crosta di silicati di alluminio, sodio, potassio e calcio, di larghezza variabile tra i 5 e i 70 chilometri.

Durante la fase iniziale numerosi gas vennero bloccati dalla superficie, mentre quelli più leggeri, elio e idrogeno furono rapidamente dispersi dal vento cosmico lasciando la terra priva di atmosfera.

Il sistema però era assolutamente instabile e le forti tensioni tra le zone ancora fluide e quelle già solidificate generarono grandi eruzioni vulcaniche e terremoti che, assieme alla massiccia caduta di asteroidi e meteoriti che continuano ancora, determinarono fessurazioni dalle quali uscirono fumi contenenti gli elementi volatili che erano rimasti intrappolati nelle parti profonde (Fig. 1).

Si originò così l'atmosfera primordiale che era costituita da acido solfidrico, ammoniaca, metano, anidride carbonica e da bassissime concentrazioni di idrogeno. In seguito all'impatto con le comete, masse celesti formate prevalentemente da ghiaccio, anidride carbonica, metano e residui di polvere cosmica (Fig.2), iniziarono a espandersi i primi vasti depositi di acqua che sommersero gran parte della terra. L'elevata temperatura la fece evaporare e modificò la composizione dell'aria che, oltre ad avere una forte concentrazione di gas contenenti idrogeno, appariva nebulosa e offuscata. Era perciò molto diversa da quella odierna nella quale l'ossigeno raggiunge il 20%, l'azoto il 78%, l'argon 1%, seguiti da una piccola percentuale variabile di anidride carbonica, vapore acqueo e altri elementi.

## Origine della vita sulla terra

Il permanere dell'intenso calore fece aumentare ulteriormente la presenza del vapore che saturò l'ambiente e attenuò o bloccò la componente ultravioletta della luce emessa dal sole la quale, essendo dotata di notevole energia, impediva la genesi di qualsiasi tipo di vita. Secondo le teorie più accreditate fu questa mitigazione a porre le basi affinché si aggregassero le molecole organiche che hanno avuto un ruolo basilare nella storia dell'evoluzione, dalle quali si generarono e di cui si nutrirono le prime cellule viventi sul pianeta.

Le molecole organiche sono formate dall'unione di atomi di carbonio con idrogeno, ossigeno e azoto. Il nome atomo deriva dal vocabolo greco "atomos" che significa intero, non divisibile. All'epoca della sua scoperta infatti era stato considerato la parte più piccola e indivisibile di cui è composta la materia, ma successivamente si capì che si poteva scindere in particelle sub atomiche.

Le sostanze organiche furono chiamate così perché agli albori della chimica moderna, all'inizio dell'Ottocento, si pensava fossero prodotte solo dagli organismi viventi o derivassero da loro trasformazioni.

La classificazione originale però è mutata perché esse si ottengono anche industrialmente e oggi si definiscono organiche solo quelle sostanze che contengono il carbonio. Fanno eccezione e sono considerate inorganiche le rocce, i metalli, l'anidride carbonica, l'ossido di carbonio, i carbonati, i bicarbonati, il diamante e la grafite. Gli atomi di carbonio hanno la peculiare caratteristica di instaurare con facilità legami tra se stessi e sono quindi indispensabili per la costituzione dello scheletro delle molecole organiche. La loro disposizione determina le proprietà biochimiche e biologiche dei carboidrati, dei lipidi, delle proteine e dei nucleotidi.

## Dalle sostanze organiche al brodo primordiale alle molecole sempre più complesse e alle cellule

L'ingente quantità di vapore acqueo contenuto nell'atmosfera, oltre ad attenuare gli ultravioletti, diede origine a cumuli nuvolosi e a una intensa attività di fulmini che sprigionarono una grande massa di energia che si scaricò e si diffuse sulla crosta terrestre, nei bacini di acqua e nelle sorgenti calde di origine vulcanica. Fu così che, grazie a questo determinante insieme di fattori, si organizzarono i primi aminoacidi, carboidrati, lipidi e nucleotidi. Essi si trovano normalmente nel cosmo e le analisi delle comete hanno permesso di accertare la loro presenza in varie conformazioni.

**Fig. 1** Profondo cratere provocato dalla caduta di un meteorite nel sud est della Turchia nelle vicinanze del monte Ararat, al confine con l'Iran.

**Fig. 2** Cometa di Halley durante il suo ultimo passaggio sulla terra.

È stato del resto dimostrato anche in laboratorio che, facendo passare delle scariche elettriche ad alto potenziale in un ambiente che contiene vapore acqueo, ammoniaca, metano, anidride carbonica e idrogeno, si possono produrre numerose molecole organiche. Esse si concentrarono e si accumularono nel tempo nei fiumi, nei laghi e nei mari formando quello che viene chiamato il "brodo primordiale". I suoi costituenti rimasero inalterati nei corpi idrici per milioni di anni perché non erano ancora comparsi i loro degradatori e l'ossigeno libero, che essendo altamente reattivo li avrebbe modificati, era praticamente assente. Durante questo periodo si può ipotizzare che i componenti del brodo primordiale si siano combinati in vario modo per originare molecole sempre più complesse che probabilmente hanno preceduto le prime forme di vita, intese come entità in grado di elaborare autonomamente le sostanze necessarie per crescere, interagire con l'ambiente e riprodursi.

Secondo le teorie più accreditate questa trasformazione non poteva essere avvenuta improvvisamente, ma dovevano verificarsi le condizioni che hanno consentito progressivamente la comparsa di strutture che si sono evolute in modo sempre più composito, per assumere alla fine la configurazione di una cellula.

Quest'ultima è la più piccola entità autosufficiente che riesce a resistere nell'ambiente e assimila i nutrienti indispensabili per il suo sostentamento e funzionamento. Essa però, per quanto sia la tipologia di vita più semplice, deve essere dotata di almeno un codice genetico per mantenere e trasmettere alla propria discendenza il patrimonio di istruzioni indispensabili a replicarsi. Ognuna può espletare specifiche attività biologiche che sono a loro volta governate da enzimi, cioè da proteine che regolano, favoriscono e rendono più veloci le reazioni chimiche necessarie alla continuazione dell'esistenza. Deve in ogni caso avere una membrana che la delimiti e isoli dall'esterno ma nello stesso tempo renda possibili gli scambi di sostanze e la percezione dei segnali che provengono dall'ambiente. Deve inoltre avere un sistema che permetta di mantenere una forma predefinita e sostenga le sue parti interne. Perciò anche le cellule primitive erano in realtà articolate e costituite da milioni di molecole. Erano unicellulari e il loro materiale genetico non era separato dal resto della struttura. Per questa ragione, non possedendo un nucleo vero e proprio, questi organismi furono chiamati procarioti dal greco "pro" - prima e "karyon" - nucleo. Essi consumavano elaborati che non erano in grado di produrre autonomamente e per questo sono stati definiti eterotrofi, dal greco "heteros" - diverso e "trophos" - nutrimento. Erano simili agli attuali batteri che possono nutrirsi delle più svariate materie e svilupparsi praticamente in tutti gli ambienti.

Alcune recenti ricerche hanno dimostrato la presenza di entità microbiche all'interno di meteoriti antichissime. Si presume che le prime forme viventi, in qualsiasi modo si siano originate, si alimentarono del brodo primordiale, costituendo il primo ecosistema e la relativa catena alimentare (Fig. 3).

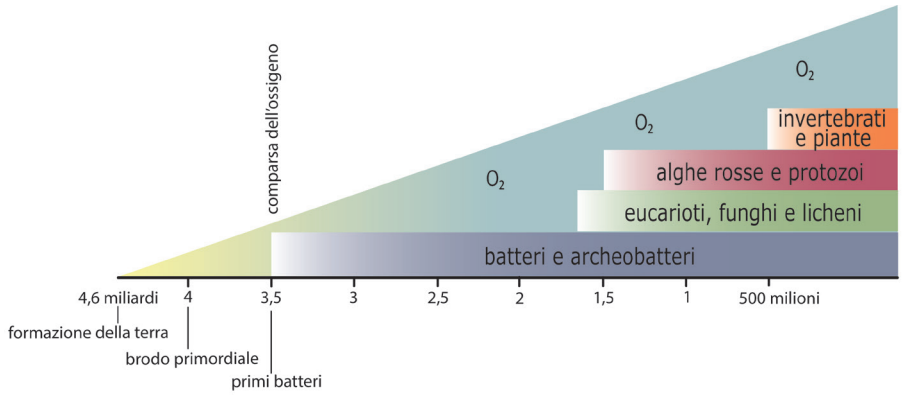


**Fig. 3** Schema delle tappe più importanti della comparsa degli organismi sulla terra durante i primi quattro miliardi di anni dalla sua formazione.

Per poter procurarsi l'energia necessaria alla loro sopravvivenza cominciarono a spezzare le sostanze in insiemi più semplici che erano più facili da assimilare e da dislocare nei vari comparti per assicurarne il funzionamento.

I processi vitali infatti sono caratterizzati da un insieme coordinato e interdipendente di reazioni chimiche in cui, attraverso continue modificazioni, si formano nuovi composti organici che vengono scissi con una serie di passaggi, fino a ritornare inorganici. Il brodo primordiale venne in questo modo progressivamente depauperato e i suoi componenti cominciarono a scarseggiare perché non erano reintegrati sufficientemente. Si venne così a configurare uno scenario in cui le molecole organiche presenti nell'acqua diminuirono mentre quelle inorganiche aumentarono.

## La comparsa delle cellule autosufficienti

Molti procarioti non riuscendo più alimentarsi del brodo primordiale morirono e una parte di quelli che sopravvissero dovette adattarsi al nuovo ambiente imparando a nutrirsi dei resti dei loro simili. La carenza sempre maggiore dei nutrienti avrebbe però portato inevitabilmente all'estinzione del sistema.

Ciò non avvenne perché altre entità impararono a trasformare le molecole inorganiche in organiche garantendosi un nuovo substrato alimentare. Esse riuscirono ad ottenere il carbonio dall'anidride carbonica e l'idrogeno dalla scissione dell'acido solfidrico. Per realizzare questa conversione era necessaria una

fonte di energia esterna che fu recuperata dalle sorgenti calde vulcaniche che emettevano vapore, anidride carbonica, acido solfidrico, dalle scariche elettriche dei fulmini o dalla luce. Dalle reazioni chimiche si originarono glucosio, carboidrati e altre sostanze semplici come gli aminoacidi che furono utilizzati per generare energia o elementi costitutivi. Vennero liberati anche residui secondari come lo zolfo che si accumulò nell'ambiente andando a formare dei giacimenti dei quali abbiamo ancora traccia. Queste nuove cellule autototrofe, dal greco "autos" - stesso, proprio e "trophos" - nutrimento o produttrici primarie, rappresentarono quello che noi oggi, ipoteticamente a distanza di tre miliardi e ottocento milioni di anni, possiamo considerare i progenitori del mondo vegetale.

Fece così la sua prima comparsa un nuovo modello di catena alimentare molto più complessa, formata da cellule autosufficienti che diventarono a loro volta preda delle eterotrofe. Il processo avvenne in modo anaerobico, cioè in assenza di ossigeno, che continuava ad essere presente solo in tracce nell'acqua e nell'atmosfera.

I discendenti di questi organismi anaerobici vivono tutt'oggi in alcune nicchie ecologiche, quali le sorgenti oceaniche profonde, le acque termali vulcaniche, le paludi o i laghi stagnanti dove l'ossigeno è carente e vi è abbondanza di solfuri.

## La fotosintesi

Come accadde per il brodo primordiale, anche l'acido solfidrico cominciò a scarseggiare perché gli autotrofi, che erano aumentati numericamente, lo stavano esaurendo mentre contemporaneamente diminuiva l'attività vulcanica e il numero delle fumarole che lo emettevano. L'equilibrio dell'ecosistema entrò quindi in crisi e le cellule autotrofe dovettero procurarsi l'idrogeno da un'altra fonte per continuare a riprodursi e a rimanere in vita. In quella fase dell'evoluzione la temperatura della terra stava cominciando a decrescere e di conseguenza la concentrazione di vapore acqueo nell'aria iniziava a ridursi, lasciando passare maggiori quantità di luce che poteva colpire la superficie dell'acqua e delle terre emerse.

Fu proprio in questo periodo che si formarono i pigmenti fotosintetici, nuove molecole fondamentali, che permisero di sfruttare la luce solare per rompere il legame chimico che unisce idrogeno e ossigeno nell'acqua e richiede molta energia per essere spezzato. Si originò la fotosintesi che trasforma l'energia luminosa in chimica convertendo attraverso una serie di passaggi l'anidride carbonica e l'acqua in glucosio. Esso è uno zucchero che costituisce il vero elemento centrale perché è la molecola di base per