



Convegno di EcoOne

## Il sistema forestale, modello ecologico di relazionalità in natura

Castel Gandolfo, 4 – 6 maggio 2012

### Fattori ecologici delle foreste

Francesca Ceroni, biologa, Università degli Studi di Bologna

Nel 1959 Eugene Odum definì un ecosistema come un'area naturale in cui "*gli organismi viventi e l'ambiente in cui essi si collocano sono inseparabilmente interconnessi e interagiscono reciprocamente*". Le foreste rappresentano un esempio di ecosistema le cui caratteristiche, in termini di biodiversità, sono strettamente legate alle condizioni geografiche e climatiche in cui esse si sviluppano e al cui interno i fattori biotici- viventi- crescono poi in interdipendenza reciproca e in relazione alle caratteristiche dei circostanti fattori abiotici- non viventi.

#### 1. L'ambiente e le foreste

Un terzo circa delle terre emerse è coperto da formazioni boschive. Le foreste sono presenti in tutti i continenti, eccetto l'Antartide, e si ritrovano dal livello del mare alle montagne fino a 3000 – 4000 m. Il clima e la vegetazione variano al variare di latitudine ed altitudine. Esistono per questo almeno tre grandi tipi di foreste: le foreste tropicali, temperate e boreali, di cui evidenzieremo alcune caratteristiche.

**Le foreste tropicali** sono caratterizzate da una ricchissima biodiversità ed ospitano circa il 70% di tutte le specie viventi del pianeta. Tra i diversi tipi di foreste tropicali, quelle pluviali sono prossime all'Equatore e sono costituite da latifoglie sempreverdi. In queste regioni l'aria è calda e umida, con frequenti acquazzoni, e le temperature medie annuali sono molto elevate. Le chiome degli alberi sono molto vicine tra di loro e formano una volta molto fitta. Solo 1% circa della luce che colpisce la volta arriva al suolo e, per questo motivo, gli strati bassi sono troppo bui perché possa svilupparsi il fogliame; per questo il sottobosco è praticamente assente. Salendo nello strato che va da 1 a 20 metri dal suolo, si trova una luminosità ancora modesta (circa il 5%), un'elevata umidità e completa mancanza di vento. Sono rare, quindi, le piante con impollinazione che avviene grazie al vento e i fiori risultano molto vistosi e profumati, così da poter essere impollinati da insetti o uccelli. In questo ecosistema le foglie sono più o meno grandi e ovali, ma quasi sempre finiscono con una punta piegata verso il basso, chiamata drip-tip o punta di sgocciolamento, che favorisce la veloce eliminazione dell'acqua delle piogge. In fatti, l'umidità prolungata è dannosa per le foglie perché favorisce la crescita di epifille (in genere muschi, licheni, alghe e muffe che vivono sulla superficie delle foglie).

**Le foreste boreali** si sviluppano invece in ampie fasce nella regione subpolare, nel Nord America ed in Eurasia, in presenza di inverni lunghi, rigidi ed estati brevi, miti o calde. Sono caratterizzate da flora e fauna piuttosto diversificate e dalla predominanza di specie di conifere sempreverdi. Questi alberi, oltre a perdere facilmente la neve, presentano aghi con spessi rivestimenti cerosi e piccola superficie, atti a resistere a condizioni di freddo e ridurre al minimo la perdita di acqua. Questi elementi rendono possibile, anche in condizioni di freddo, il processo di fotosintesi. La decomposizione degli aghi rende il suolo acido, sottile e povero di nutrienti.

**La foresta temperata decidua** è diffusa quasi esclusivamente nell'emisfero boreale, in cui si possono distinguere tre fasce principali, in Europa, nell'Asia orientale e nell'America settentrionale. Benché separate da migliaia di chilometri, queste foreste decidue sono simili, non solo per l'aspetto, ma anche per le specie di piante che le compongono. La foresta temperata possiede due strati di vegetazione: gli alberi più alti hanno la volta generalmente a circa 15-30 metri di altezza e al di sotto di questa si trova uno strato di arbusti e alberelli a circa 5-10 metri. Per questo motivo al suolo arriva maggior luce rispetto alla foresta tropicale e quindi la flora a terra è molto rigogliosa: felci, muschi e licheni, in particolar modo nelle zone ad alta piovosità. Durante il periodo di crescita primaverile, cioè quando la volta degli alberi non è ancora completamente formata, la luminosità al suolo è elevata e questo permette la crescita dei vegetali a terra. Per questo motivo, molte delle specie che vivono al suolo crescono, fioriscono e fruttificano prima che l'estate sia inoltrata. Successivamente, iniziano a crescere le piante sciafile, cioè piante che prediligono l'ombra. Esse possiedono meccanismi estremamente efficienti per la cattura e l'impiego della luce a bassa intensità e sono capaci di sopravvivere anche quando la volta degli alberi copre totalmente il terreno sottostante.

Sono queste solo alcune pennellate sulle caratteristiche delle foreste presenti nel nostro pianeta. Non sono certamente esaustive, ma ci permettono tuttavia di comprendere come esse rappresentino delle piccole "nicchie" ecologiche sviluppatesi in relazione al clima circostante e tuttavia contenenti una biodiversità peculiare generante un micro-ambiente diverso da quello circostante.

## 2. La foresta come ambiente: i suoi elementi

Nell'ambito di un ecosistema possiamo trovare infinite combinazioni di fattori ambientali che vanno a costituire dei "sottogruppi", definiti microclimi. Ad esempio, nell'ecosistema forestale troviamo il microclima del ruscello che si distingue da quello delle sponde dello stesso e da quello della corteccia di un albero e così via. Di conseguenza, troveremo anche esseri viventi altamente specializzati ed adattati al microclima stesso. Tutti questi microclimi, e gli organismi che li compongono, sono in perfetto equilibrio armonico tra loro e interagiscono fino a far *emergere* il sistema globale. In questo contesto, gli elementi fondamentali sono i fattori biotici, suddivisibili in organismi vegetali, o produttori, animali, o consumatori, e organismi decompositori- che trasformano la sostanza organica in quell'inorganica- e i fattori abiotici, ovvero tutti quegli elementi ambientali indispensabili alla vita, come la luce, la composizione chimica dell'atmosfera, le condizioni climatiche, l'umidità, i composti inorganici e organici presenti nel terreno.

Ma quali le relazioni che si instaurano fra questi elementi?

**La rete alimentare.** L'energia che alimenta gli esseri viventi della foresta è l'energia proveniente dal Sole, che le piante fissano a partire da acqua ed anidride carbonica in composti organici grazie alla fotosintesi clorofilliana. Attraverso questo processo, le piante forniscono inoltre l'atmosfera di ossigeno a beneficio di tutti gli altri esseri viventi, fra cui anche l'uomo. Gli organismi come le piante, capaci di produrre da soli le sostanze necessarie al proprio sostentamento sono definiti autotrofi. Sono invece eterotrofi, quelli che, come gli animali, alcuni batteri e i funghi, sfruttano i composti prodotti dalle piante cibandosene direttamente o attraverso catene alimentari più complesse. In particolare, sono consumatori primari gli erbivori, che nutrendosi delle piante sfruttano direttamente i composti organici da esse prodotti; sono invece consumatori secondari i carnivori predatori che si cibano degli altri animali. Quando i produttori e i consumatori muoiono, le sostanze in essi immagazzinate non vanno perdute, ma vengono "riciclate" grazie all'azione degli



organismi decompositori, fra cui batteri e funghi, che scindono le sostanze organiche in elementi e composti inorganici che concimeranno il terreno ed entreranno di nuovo nel ciclo tornando ad essere utilizzati dalle piante.

***Gli alberi e l'ambiente forestale.*** Gli alberi rappresentano un elemento fondamentale delle formazioni boschive, sia come organismi produttori sia come “attori” centrali nella determinazione del micro-ambiente forestale. Infatti, con le loro chiome essi riducono l'intensità luminosa nel sottobosco e ne modificano la qualità. L'assorbimento della radiazione solare da parte delle foglie è elevato in corrispondenza dei raggi luminosi compresi nel campo del blu da parte dei carotenoidi e nel campo del rosso da parte della clorofilla. L'infrarosso vicino è scarsamente intercettato dalle foglie, che lo riflettono, e questo consente di evitare i danni provocati dal surriscaldamento da parte delle radiazioni infrarosse. L'infrarosso lontano è intercettato in misura maggiore da parte dell'umidità atmosferica e dall'acqua presente nei tessuti. La luce diretta che penetra in un bosco contiene inoltre scarse percentuali di radiazioni ultraviolette e ciò ha benefiche conseguenze sulle specie del sottobosco che possono nei loro ambienti accrescersi maggiormente che allo scoperto. La vegetazione del sottobosco è quindi adattata ad una luce qualitativamente diversa da quella esterna, in quanto riceve prevalentemente i raggi luminosi compresi nel campo del verde. Da questa selezione delle lunghezze d'onda che penetrano sotto lo strato delle chiome dipende dunque il fatto che la luminosità diminuisce fortemente nel bosco. Naturalmente la riduzione della quantità di luce dipende da diversi fattori, quali le specie legnose, la densità, l'età degli alberi e la struttura spaziale delle chiome. Inoltre, l'adattamento della vegetazione alla riduzione della luce avviene in modo diverso: disseccamento dei rami bassi degli alberi, morte di individui che crescono più lentamente di quelli circostanti, abbondanza nel sottobosco di specie sciafile, adattate cioè a vivere in luoghi poco luminosi. Oltre alla luminosità, anche la temperatura all'interno del bosco viene modificata. La presenza di una copertura vegetale, infatti, influenza il gradiente termico nell'aria e nel suolo. In una foresta gli strati più caldi dell'aria si trovano a livello delle cime degli alberi nelle prime ore del mattino, mentre il massimo termico tende a scendere alla base delle chiome man mano che il sole si porta allo zenit; successivamente risale verso la parte più alta delle chiome. Al di sotto del massimo termico la temperatura diminuisce progressivamente fino a raggiungere il minimo in corrispondenza del suolo. L'escursione termica si realizza secondo un gradiente che corrisponde a quello della temperatura: essa risulta massima negli strati più alti della chioma e minima a livello del suolo. L'entità delle differenze di temperatura dipende anche dalle caratteristiche del bosco: nei boschi formati da specie caducifoglie, per esempio, le differenze invernali sono quasi trascurabili, dato che manca lo schermo delle chiome. Le chiome degli alberi svolgono anche un'azione sul ciclo dell'acqua. Le foglie, infatti, intercettano l'acqua proveniente dalle precipitazioni e ne modificano il raggiungimento al suolo. L'acqua trattenuta dalle chiome può venire nuovamente trasmessa all'atmosfera con l'evaporazione, scorrere lungo i rami e il fusto e giungere per scorrimento al terreno o infine raccogliersi sulle foglie in gocce più grosse e cadere al suolo. Solo l'evaporazione costituisce, quindi, una perdita per la foresta. Le gocce di acqua che si formano sulle foglie e da queste cadono al suolo possiedono dimensioni superiori a quelle della pioggia e quindi, pur cadendo da un'altezza minore, esercitano una maggiore forza sul terreno. Questa precipitazione secondaria si distribuisce al suolo con irregolarità; le zone coperte dalle chiome ricevono una quantità nettamente inferiore di acqua, ma la zona ad immediato contatto con il tronco può ricevere anche parte dell'acqua che scorre su di esso (stem flow). Il contatto con le chiome ed i tronchi, inoltre, modifica le caratteristiche chimiche dell'acqua che giunge al suolo arricchita dalle polveri depositate sulla chioma e dalle sostanze che vengono dilavate dai tessuti vivi e morti. Anche il movimento delle masse d'aria viene mitigato nelle foreste grazie alle chiome degli alberi e ai tronchi, che



rappresentano un ostacolo, e, come conseguenza, la forza del vento è minore nell'interno e, per un certo tratto, anche nelle zone di terreno situate all'esterno del bosco sottovento.

### 3. Le foreste e l'ambiente

Le foreste hanno quindi esse stesse un impatto notevole sull'ambiente che attorno ad esse si sviluppa: modificano il clima influenzando l'umidità dell'aria; impediscono il dilavamento eccessivo del terreno; modificano il movimento delle masse d'aria che intercettano i tronchi e le chiome degli alberi, modificando le condizioni dell'ambiente circostante. Inoltre, i bacini idrici della foresta agiscono come gigantesche spugne, rallentando lo scorrere delle acque superficiali, assorbendo e trattenendo l'acqua che ricarica le sorgenti, i fiumi e le falde sotterranee. Le foreste inoltre influenzano il clima sia a carattere locale, sia regionale sia globale. Il 50-80% dell'umidità dell'aria delle foreste tropicali deriva dagli alberi tramite la traspirazione e l'evaporazione. Se vaste zone di queste lussureggianti foreste fossero disboscate, le precipitazioni annue calerebbero, il clima a livello regionale diventerebbe più caldo e più asciutto e i suoli si priverebbero dei nutrienti. Le foreste sono vitali anche per il ciclo globale del carbonio e agiscono da freno allo sviluppo dell'effetto serra. Inoltre, forniscono habitat per varie specie selvatiche più di qualsiasi altro ecosistema, costituendo così il principale serbatoio di biodiversità del pianeta. La biodiversità, infatti, è la difesa migliore e la più conveniente contro le malattie degli alberi e contro i patogeni. In una foresta sana e diversificata, le malattie e le popolazioni di insetti nocivi sono solitamente controllate dall'interazione con altre specie; questi agenti dannosi vanno quindi raramente fuori controllo e solo occasionalmente possono portare alla distruzione di ampie aree forestali. Un appezzamento di alberi biologicamente semplificato è più vulnerabile agli attacchi dei patogeni, specialmente dei funghi parassiti e agli insetti nocivi. Secondo un calcolo approssimativo, un albero fornisce vantaggi ecologici per il valore di circa 300 milioni sotto forma di ossigeno, depurazione dell'aria, fertilità, controllo dell'erosione del suolo, riciclaggio dell'acqua, controllo dell'umidità e habitat selvatici. Di contrasto, venduto come legname la stessa pianta vale poco più di un milione. Sembra quindi che i vantaggi ecologici a lungo termine di un albero superino di gran lunga i suoi vantaggi economici. Tuttavia, le foreste in generale rivestono un ruolo importante anche dal punto di vista economico. Esse forniscono infatti il legname per costruire le case, biomassa (legna) da ardere, pasta di legno per la produzione della carta, medicine e molti altri prodotti. Molte foreste vengono inoltre usate anche per l'estrazione mineraria.

### Conclusione

La vita e l'agire umano entrano quindi in relazione con lo sviluppo e l'equilibrio dell'ecosistema forestale. Abbiamo già sentito da Andrea che l'azione umana può avere un impatto sulle foreste. In particolare, il tipo di impatto dipende profondamente dalla consapevolezza che il sussistere delle foreste dipende strettamente dall'equilibrio di cui abbiamo appena parlato, equilibrio sottile e delicato dato dall'interazione di una pluralità di componenti. Non tenere conto di tale equilibrio ed agire senza puntare al suo mantenimento, può determinare l'intaccamento dell'intero sistema.

Pensiamo per esempio al disboscamento intensivo delle foreste per la produzione di legname, la creazione di coltivi e lo sviluppo urbano; all'espansione dei centri urbani e industriali che possono causare inquinamento atmosferico (ozono e piogge acide); al riscaldamento globale a causa del quale specie di pianura possono arrivare a sostituire le specie montane; infine il tanto noto buco nell'ozono a causa del quale i raggi UV potrebbero avere effetti negativi sugli organismi forestali. E tanti altri esempi.



Viene da chiedersi se l'uomo non possa relazionarsi con gli elementi naturali come essi già fanno nel determinare l'emergere dell'ecosistema: vivere uno sviluppo sostenibile, in cui l'esistenza e lo sviluppo stesso dell'uomo non rappresentano un elemento svincolato dal sussistere naturale, ed in particolare delle foreste, quanto invece inserirsi nell'equilibrio come uno degli elementi in grado di prendere ciò che serve e dare ciò che permette la sussistenza dell'altro a beneficio di tutti.