



Roberto Benelli

NATURA E SALUTE

Ed. 2020



“Gli alberi sono santuari. Chi sa parlare con loro, chi li sa ascoltare, conosce la verità.”

(Hermann Hesse. Il Canto degli alberi.)

Federica Vannuccini

"NATURA E SALUTE"

INDICE

Introduzione	4
Inquinamento e Salute	9
Quota di tumori per Fattori di rischio	17
Inquinamento: strategie di prevenzione.....	18
Natura e Salute	21
Specie arboree ad alto potenziale emissivo	29
Studio dei composti bioattivi in specie arboree	34
Attività bioenergetica delle piante	39
Movimento e Benessere fisico	42
<i>Forest bathing</i> e Benessere psicologico	45
Approfondimenti	46
Bibliografia	54

Introduzione

L' aumento di incidenza di malattie infiammatorie croniche (respiratorie, cardiovascolari), infettive e di tumori causati dall'inquinamento ambientale esterno (outdoor), domestico (indoor), del suolo e delle acque deve far riflettere per poter instaurare un nuovo rapporto con l'ambiente e la natura che può e deve essere fonte di salute per la popolazione.

La maggior parte dell' ossigeno presente nell'atmosfera terrestre viene prodotto dalle piante, mediante la fotosintesi clorofilliana, ed i colori della nostra terra (verde per la vegetazione, bianco per le nuvole, blu per l'acqua) dipendono dalla presenza delle piante che costituiscono la più popolosa e diffusa Nazione della Terra: solo gli alberi sono oltre 3000 miliardi (Mancuso, 2019). Si stima che in Italia siano presenti venti miliardi di alberi nelle zone boschive, a cui vanno aggiunti quelli da giardino, delle campagne e delle città. **“Quando gli uomini vivevano dentro la natura gli alberi erano un tramite di comunicazione della terra con il cielo e del cielo con la terra”** (Rigoni Stern Mario, 1996). 820 mila ettari di boschi e foreste nelle aree protette esercitano funzioni importanti per la salute: gli alberi assorbono CO₂ e inquinanti gassosi, come gli ossidi di azoto (NO_x) prodotti dall'uomo e catturano il particolato sottile PM (Particulate Matter). Basti pensare che le foglie degli alberi sono coperte da una sottile peluria capace di intrappolare il particolato sospeso: un singolo albero sembra in grado di assorbire ogni anno 4,5 Kg di inquinanti presenti nell' aria. Ma, nel 2019, miliardi di alberi sono andati perduti in tutto il mondo a causa di eventi estremi (incendi in Amazzonia, Australia, California) e per la deforestazione in Indonesia. Ecco che oggi sono le foreste del Continente nero e del bacino del Congo ad assorbire la maggior quantità di emissioni mondiali di CO₂ e ad essere indicate come “polmone verde del mondo” (Nature, 2019). Oltre alle malattie infiammatorie e tumorali l'inquinamento da polveri sottili può favorire la trasmissione e veicolazione di microrganismi (batteri e virus). È possibile che la grave pandemia da coronavirus Sars-CoV-2, iniziata a Whuan (metropoli da 11 milioni di abitanti, capoluogo della provincia cinese di Hubei) alla fine del 2019, abbia avuto una rilevante diffusione nelle province del nord Italia (pianura padana) che sono caratterizzate da un maggior inquinamento ambientale. Ma le piante sono importanti anche per la protezione dell'ambiente dal dissesto idrogeologico che affligge il nostro Paese. Saranno quindi necessari efficaci provvedimenti che intervengano sulle maggiori fonti di inquinamento. Essi tuttavia richiederanno tempi molto lunghi per la complessità dei fenomeni e i differenti interessi socio-economici e geopolitici delle varie Nazioni. Tuttavia

già da adesso qualcosa si può fare per il benessere e la salute individuale e della popolazione. Occorre iniziare con il rispetto dell'ambiente, della natura e del suolo, l'edificazione sostenibile, la destinazione di aree protette alle sole dinamiche naturali per garantire la biodiversità, la creazione di aree di verde (urban forest) e l'utilizzo di apposite aree boschive a scopo terapeutico come nel "Forest bathing" che fa parte della cultura del popolo giapponese. Camminare, Osservare, Odorare, Respirare, Toccare, Ascoltare i suoni della natura immergendosi in aree naturali ricche di colori, odori, suoni, in cui sono emessi e si diffondono composti volatili organici (terpeni) prodotti dalle piante, esercita un'attività di prevenzione se non addirittura terapeutica per l'organismo. Lo dimostrano le numerose ricerche scientifiche sull'argomento e molti studi sostengono l'influenza favorevole della natura in numerose affezioni. Il "Forest bathing" è nato intorno al 1980 in Giappone dove è conosciuto con il nome di "Shinrin-yoku", ovvero "Bagno nella foresta" da Shinrin=foresta e Yoku=bagno (Qing Li, 2018). È questa una pratica ormai consolidata nei Paesi orientali che consiste nell'effettuare camminate lungo percorsi boschivi di cui è ricco il Giappone, la cui superficie è ricoperta da vegetazione per 2/3 del territorio. Nella cultura giapponese la natura è parte integrante dell'essere umano che deve vivere in armonia con essa. La foresta infatti è considerata il regno delle divinità dalle due religioni ufficiali, shintoismo e buddismo. **"Gli alberi sono santuari. Chi sa parlare con loro, chi li sa ascoltare, conosce la verità"** (Hermann Hesse, 1952).

Il Forest bathing è una pratica, comparabile all'aromaterapia, che trova il sostegno della medicina giapponese per i suoi comprovati effetti positivi sull'organismo. Composti attivi prodotti ed emanati dalle piante, assorbiti dall'apparato respiratorio e attraverso la pelle, stimolano la produzione di ormoni e neurotrasmettitori. Piante arboree quali Faggio, Leccio, Magnolia, Pino, Quercia, contribuiscono alla salute non solo per la emissione di terpeni, ma forse anche per le loro caratteristiche elettromagnetiche che sono in grado di influenzare positivamente l'organismo. La qualità e intensità dell'influenza bioenergetica deriverebbe in gran parte dal contenuto in minerali e composti bioattivi (polifenoli) presenti nel tronco delle piante e dalle condizioni elettromagnetiche delle aree in cui sono collocate. Lo studio bioenergetico delle piante può avere risvolti pratici e rappresentare la base per l'allestimento del verde pubblico, la piantumazione urbana, la creazione di parchi quali il "Bosco del Sorriso" (Oasi Zegna - Biella) ed i progetti di "urban forest". Anche se ampi spazi di verde e aree boschive possono essere destinate al "bagno nella foresta", tuttavia è possibile ottenere benefici effetti circondandosi di verde e collocando alcuni tipi di piante nelle abitazioni e nei luoghi di lavoro. Esse possono purificare e umidificare l'ambiente, assorbire sostanze tossiche e

favorire la ionizzazione negativa e la liberazione di molecole di O₂.

Di conseguenza è opportuno informare e stimolare persone affette da patologie infiammatorie croniche e tumori, ad effettuare regolare attività fisica aerobica che comprenda camminate a contatto con la natura in aree verdi ed esercizi di respirazione diaframmatica. Se queste aree presentano una vegetazione rigogliosa e sono dotate di piante ad alto potenziale emissivo di monoterpeni quali il faggio, la querce, etc. possono offrire un utile complemento terapeutico nei soggetti portatori di patologie croniche. Fagus sylvatica è una pianta molto diffusa in Europa, in Italia, nella regione Toscana, ed in particolare nell'area pratese e pistoiese dove esistono estese faggete (boschi di Javello, la Cascina di Spedaletto). Le camminate in queste aree boschive ricche di bioelementi e composti attivi contribuiscono al benessere psico-fisico. La contemporanea adozione di un regime dietetico salutare come quello proposto nella Dieta mediterranea, ricca di alimenti vegetali e di composti antiossidanti, esercita attività preventiva che risulta utile anche per la salvaguardia dell'ambiente e per contrastare l'inquinamento. Verdure, frutta, cereali e legumi hanno un impatto ridotto sull'ecosistema rispetto ad un regime dietetico a base di proteine animali che pesa in modo maggiore sull'emissione di CO₂ (circa il doppio rispetto ad un'alimentazione in prevalenza vegetariana).

In questa pubblicazione, a cui hanno collaborato operatori della LILT, Sezione di Prato, ed il Laboratorio galenico della Farmacia Balducci di Calenzano, sono stati presi in esame la tipologia e le cause dell'inquinamento ambientale, il suo impatto sugli eventi climatici e sulla salute, le strategie di prevenzione (creazione di foreste urbane, green office, Forest bathing, etc.) e la necessità di stabilire un nuovo rapporto con l'ambiente e la natura per il benessere psico-fisico individuale e della popolazione e per ridurre il rischio di eventi avversi e la diffusione di gravi infezioni. Esse, come sostiene la studiosa Ilaria Capua, sono la verosimile conseguenza delle azioni dell'uomo sull'ambiente e di un equilibrio violato. Dal rapporto IPBES-2019 (Intergovernmental Science Policy Platform on Biodiversity and Ecosystem Services) sulla biodiversità risulta che il 75% dell'ambiente terrestre ed il 66% di quello marino sono modificati in modo significativo. Intervenendo e danneggiando un ecosistema si generano in natura nuovi equilibri che possono avere effetti negativi per il genere umano anche a livello planetario in quanto "tutto è collegato e interconnesso !!".

Dr. Roberto Benelli M.D.

(Presidente LILT Sezione di Prato)

Prato, 15 Giugno 2020

"NATURA E SALUTE"

La Vista

Ammirare il verde della natura ed il blu dell'acqua esercita un'azione salutare, riducendo lo stress e stimolando la concentrazione e l'attenzione.

L' Olfatto

L'aroma rilasciato dagli alberi attraverso i fitoncidi ha un potere terapeutico.

La Respirazione diaframmatica

aumenta il volume polmonare e la capacità di ossigenazione.

L'attività muscolare aerobica

rilascia miochine con attività favorevole multidistrettuale.

Barefooting

(Camminare a Piedi nudi)

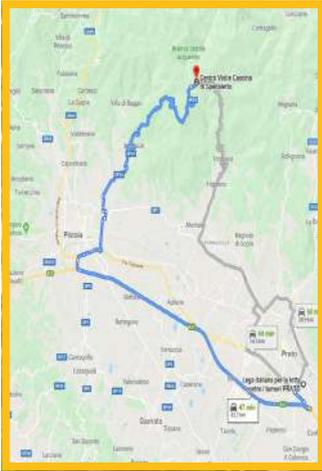
Il contatto con la terra e con superfici conduttrici (erba, sabbia, etc.) permette all'organismo di caricarsi di ioni negativi antiossidanti e quindi ha azione salutare.

I Suoni

La quiete ed i suoni della natura hanno attività tonificante.

Attività bioenergetica delle piante e ionizzazione negativa





Enrico Cecchi

Faggi della Cascina di Spedaletto (quota 881 m)

Inquinamento e Salute

L' aumento di incidenza di malattie infiammatorie croniche (respiratorie, cardiovascolari) e di tumori (cancro polmonare, sarcomi, leucemie mieloidi, linfomi NH, tumori al testicolo) che si manifestano in aree urbane gravate da inquinamento atmosferico e in età sempre più precoce (infanzia, adolescenza) rappresenta l'aspetto più eclatante del legame fra inquinamento ambientale e salute. Gli effetti epigenetici, che si verificano nei momenti critici dello sviluppo dell'individuo (embrione, feto, infanzia, adolescenza) e che sono trasmessi dai genitori per via gametica, possono influenzare la salute dei nati e ripercuotersi in modo negativo sia nell'infanzia che nella vita adulta. Oltre il 90% della popolazione mondiale vive in aree dove la concentrazione di inquinanti nell'aria (*inquinamento outdoor*) supera i limiti fissati dalle linee guida internazionali (dati OMS). Il 20% della mortalità in Europa è attribuibile a cause ambientali (*The Lancet Countdown on Health and Climate Change. Roma, 2020*) e risulta che circa 500 mila morti premature sono dovute all'esposizione a polveri sottili (PM_{2,5}), biossido di azoto e ozono in 41 Paesi europei (© *European Environment Agency, 2019*). L'Italia è al primo posto della classifica con oltre 58.000 morti premature per polveri sottili (PM_{2,5}), 14.000 per biossido di azoto, 3.000 a causa dell'ozono (O₃). Anche l'inquinamento atmosferico domestico o *indoor* è causa di un alto numero di morti premature soprattutto nella popolazione meno abbiente. Un ulteriore fenomeno da considerare, strettamente legato all'inquinamento, riguarda i cambiamenti climatici come conseguenza del riscaldamento globale che è causa di eventi meteorologici estremi (ondate di calore, siccità, incendi boschivi, tempeste di vento, piogge torrenziali, straripamento di corsi d'acqua, frane, valanghe, etc.). Da tutto ciò deriva la necessità di instaurare un nuovo rapporto con l'ambiente e con la natura incentivando interventi in settori come i trasporti, la produzione di energia pulita e l'alimentazione. A questo proposito 11.258 scienziati di 153

Azioni da intraprendere per un futuro sostenibile

- Ridurre le emissioni di metano, polveri sottili, idrofluorocarburi e altri inquinanti climatici e contenere i consumi energetici;
- sostituire i combustibili fossili con fonti di energia rinnovabili a basse emissioni che rispettano le risorse naturali;
- proteggere e ripristinare ecosistemi come foreste, praterie, etc. allo scopo di sequestrare l'anidride carbonica atmosferica ed altri inquinanti. Destinare aree protette alle sole dinamiche naturali per garantire la biodiversità;
- favorire il cambiamento dietetico passando ad un'alimentazione a prevalenza vegetale, diminuendo il consumo di carni rosse per ridurre le emissioni di gas metano e altri gas serra;
- passare ad un'economia *carbon-free*;
- vigilare sulla crescita demografica della popolazione mondiale che attualmente è stimata in 200.000 persone al giorno.

Nazioni hanno sottoscritto nel 2019 alcune azioni da intraprendere per costruire un futuro sostenibile (Tabella). (*Ripple et al. BioScience, 2019*). Da quanto detto risulta necessario adottare provvedimenti per migliorare la qualità dell'aria che respiriamo sia all'esterno (*outdoor*) che negli ambienti interni (*indoor*), l'inquinamento elettromagnetico, del suolo e delle acque per ridurre il rischio di morbilità e mortalità ed i cambiamenti climatici.

Inquinamento atmosferico

L'aria naturale è una miscela di gas rappresentati da azoto (78%), ossigeno (oltre il 20%), gas nobili (argon, neon, elio, xenon, circa 1%), anidride carbonica (0,03%), vapore acqueo.

Inquinamento atmosferico è una condizione in cui una o più sostanze sono presenti nell'aria in concentrazioni diverse da quelle naturali.

Gli inquinanti possono derivare direttamente dall'ambiente (**inquinanti primari**) o da processi di trasformazione di composti tossici nell'atmosfera terrestre (**inquinanti secondari**).

Possono ulteriormente essere distinti in *inquinanti outdoor* ed *inquinanti indoor*. Entrambi determinano effetti biologici negativi sugli ecosistemi e sulla popolazione quando l'esposizione ad essi è di lunga durata o addirittura cronica (*Triassi et al., 2019*).

Inquinanti outdoor

I principali inquinanti primari sono rappresentati da: monossido di carbonio (CO), ossido di azoto (NO), biossido di azoto (NO₂), anidride solforosa (SO₂), ozono (O₃), polveri totali sospese o particolato sospeso, idrocarburi e benzene.

● **Monossido di carbonio:** elevati livelli di CO vengono raggiunti a causa degli impianti di riscaldamento domestico, degli impianti industriali, del trattamento e smaltimento dei rifiuti, del traffico intenso, del fumo di sigaretta. CO è un gas pericoloso perché ha una particolare affinità per l'emoglobina a cui si lega impedendole di legarsi con l'ossigeno e risulta che una elevata esposizione a questo gas può causare disturbi respiratori, cardiovascolari e neurologici.

● **Ossido e Biossido di azoto:** derivano da fonti antropiche (autoveicoli sia a benzina che diesel, riscaldamento domestico, centrali termoelettriche, etc.) e attività che prevedono la produzione di fertilizzanti azotati e di acido nitrico e fonti naturali. In presenza di elevate temperature si forma NO, che per azione delle radiazioni solari (forte irraggiamento) viene trasformato in NO₂ (gas altamente tossico dal colore rosso bruno e dall'odore pungente). Persistendo condizioni meteorologiche di alta pressione e di forte irraggiamento solare si ha la formazione di inquinanti secondari (ozono, perossinitrati, aldeidi, etc.). NO₂ è particolarmente tossico: irrita l'apparato respiratorio, causa bronchiti e riduce le difese polmonari. Gli ossidi di azoto, trasformandosi in acido nitrico, sono responsabili anche del "fenomeno delle piogge acide" con accumulo di nitrati al suolo che alterano gli equilibri ambientali.

● **Anidride solforosa** È uno fra i più diffusi inquinanti atmosferici che viene emesso soprattutto dagli impianti di riscaldamento domestico, dalle centrali termoelettriche e in minor misura dai motori diesel. Ha effetti irritanti per gli occhi e l'apparato respiratorio; combinandosi con gli ossidi di azoto presenti nell'aria è responsabile delle piogge acide.

● **Ozono** È un inquinante di tipo secondario che si forma in presenza di irraggiamento solare da raggi ultravioletti a partire da ossidi di azoto. L'esposizione ad O₃ nelle ore più calde del giorno, dà luogo a fenomeni irritativi a carico dell'apparato respiratorio.

● **Polveri totali sospese** o **Particolato sospeso** (*PM=Particulate Matter*) Sono particelle di piccole dimensioni presenti nell'atmosfera allo stato solido o liquido e non gassoso. La concentrazione di particolato PM è espressa in microgrammi per metro cubo di aria. Le particelle **PM10** interessano le vie aeree superiori, mentre quelle con diametro fino a 2,5 (**PM2,5**) possono raggiungere i bronchioli e quelle fino a 0,1 gli alveoli. Il particolato ha una composizione molto variabile, potendo essere costituito da sostanze chimiche (nichel, cadmio, piombo, fibre di amianto, idrocarburi policiclici, etc.), di origine naturale (sabbie, polveri, pollini, etc.) o di tipo antropico (impianti di riscaldamento, caminetti, autoveicoli, usura di pneumatici, usura dell'asfalto, emissioni industriali, centrali termoelettriche, inceneritori, etc.). La frazione fine ed ultrafine del particolato, generata in misura prevalente da processi di combustione (auto, sigarette, riscaldamento, etc.), è fra le più pericolose potendo assorbire sulla sua superficie e veicolare metalli pesanti fra cui i composti del nichel e del cadmio che sono cancerogeni per l'uomo. L'inquinamento da particolato fine è stato collegato a danno polmonare, rischio di malattie cardiache, ictus e diabete. Da uno studio di Moody et al. (2019) l'esposizione prenatale e perinatale a PM2,5 è associata a modificazioni dei livelli di HbA1c indicativi di una disregolazione del glucosio, verosimilmente su base infiammatoria, che può rappresentare un fattore di rischio di diabete nell'infanzia e adolescenza. L'esposizione ad inquinanti potrebbe aumentare anche il rischio di sovrappeso e obesità nei bambini in età scolare (*de Bont et al, 2019*).

● **Idrocarburi e Benzene:** Gli idrocarburi sono formati da atomi di carbonio e di idrogeno; i composti di maggiore interesse per l'inquinamento atmosferico sono gli idrocarburi allo stato gassoso fra cui gli idrocarburi policiclici aromatici (es. benzene) che rappresentano un rischio elevato per l'uomo. Il benzene è un liquido volatile componente i prodotti derivati dal carbone e dal petrolio e quindi impiegato nel settore industriale (lubrificanti, coloranti, inchiostri, pesticidi, etc.). Proviene in gran parte dagli scarichi veicolari e dall'evaporazione dei combustibili (benzine verdi); ha azione tossica (sistema nervoso, organi riproduttivi) e cancerogena (leucemie).

■ **Inquinanti indoor**

La qualità dell'aria in ambienti chiusi rappresenta un rilevante aspetto della Sanità Pubblica, dal momento che la popolazione trascorre la maggior parte del tempo in ambienti confinati non sempre caratterizzati da un efficiente grado di ventilazione e spesso sprovvisti di piante che possono assorbire gli inquinanti, produrre una percentuale ottimale di umidità dell'aria, di ionizzazione negativa e ridurre il rumore ambientale. L'inquinamento indoor è caratterizzato dalla concentrazione di inquinanti provenienti dall'esterno (ad esempio benzene, diossido di azoto in strade ad alta densità di traffico) e da composti che vengono prodotti con le attività indoor. I contaminanti possono essere di *natura chimica* (prodotti impiegati per la pulizia e l'igiene spesso caratterizzati da fragranze tossiche, dagli arredi, da stufe e caminetti, da strumenti di lavoro comprese le apparecchiature elettroniche, stampanti e fotocopiatrici), *biologica* (batteri, virus, acari, etc.), *fisica* (microclima, radon, radiazioni). L'interazione di tutti questi fattori contribuisce ad alterare il benessere ambientale. Di prevalente origine *indoor* sono soprattutto i VOC (*Volatile Organic Compounds*) alla cui composizione partecipano numerosi **contaminanti chimici**. Fra essi rientrano: formaldeide, idrocarburi aromatici (naftalene=naftalina, benzene, toluene), idrocarburi clorurati (cloroformio, diclorometano, clorobenzeni), alcoli (etanolo, etc.), tricloroetilene (trielina), tetracloroetilene. Fra i vari composti particolare importanza assumono il *naftalene* e la *formaldeide*. Il primo è usato come insetticida, erbicida, in edilizia, etc. La seconda deriva non solo dalla combustione di fossili ma è emessa naturalmente anche da arredi comunemente presenti in case e uffici (mobili, laminati in formica, pannelli per rivestimento, moquette, resine, schiume, colle per legno, asciugamani di carta, coloranti, vernici, etc.). La formaldeide è cancerogena per l'uomo (rinofaringe, leucemia mieloide) e fa parte anche delle decine di sostanze cancerogene di cui si compone il fumo di tabacco ambientale che è causa di tumori nei non fumatori. Un altro importante cancerogeno è l'*amianto* o *asbesto* (minerale a base di silicio impiegato nell'edilizia) le cui fibre possono disperdersi nell'aria con la

demolizione e ristrutturazione di vecchi edifici e favorire l'insorgenza di asbestosi, mesotelioma pleurico, tumore ai polmoni, alla laringe e all'ovaio. Fra i **contaminanti biologici** risultano microrganismi che attraverso l'aria si diffondono nell'ambiente e rappresentano un potenziale veicolo di infezione. Un esempio sono le infezioni dovute al genere *Legionella* che è presente in ambienti acquatici naturali e artificiali e negli impianti idrici. La Legionellosi è un insieme di forme morbose contraibili per via respiratoria causate dalla diffusa installazione di impianti di condizionamento centralizzati. Da ciò deriva la necessità di attuare un' adeguata manutenzione dei condizionatori d'aria nelle abitazioni e negli ambienti di lavoro. Fra i **contaminanti fisici** rientrano il rumore ambientale, l'illuminazione, le radiazioni ionizzanti e non. Gli ambienti indoor sono potenzialmente interessati da concentrazioni elevate di *radon* (gas naturale radioattivo generato dal naturale decadimento dell'uranio eventualmente presente nel suolo sottostante gli edifici e in materiali da costruzione). L'esposizione a questo gas, che ha effetto sinergico con il fumo di sigaretta, è responsabile di tumori polmonari.

Inquinamento elettromagnetico o Elettrosmog

L'inquinamento elettromagnetico è l'insieme delle emissioni di campi elettromagnetici artificiali che possono interagire con i processi biologici dell'organismo arrecando danno. L'esposizione è notevolmente aumentata negli anni 2000 per il maggior sviluppo delle telecomunicazioni e la diffusione di dispositivi cellulari e radiomobili che ha comportato un notevole aumento delle installazioni per la trasmissione dei segnali. Un' ulteriore fonte di esposizione è rappresentata dall'introduzione della nuova tecnologia 5G. Numerosi studi hanno accertato che i campi elettromagnetici a radiofrequenza possono determinare un surriscaldamento dei tessuti e l'insorgenza di leucemia in caso di esposizione elevata. Per quanto riguarda i telefoni cellulari "smartphone" non vi sono al momento prove scientifiche sicure sul nesso fra il loro uso e l'insorgenza di tumori cerebrali (gliomi, meningiomi, altri) secondo quanto emerso dal Rapporto Istisan 2019 "Esposizione a radiofrequenze e Tumori" dell'Istituto Superiore della Sanità. Una buona regola di prevenzione comunque consiste nell'impiego del vivavoce e degli auricolari.

Inquinamento del suolo

L'inquinamento del suolo è dovuto in gran parte all'impiego di numerosi gruppi di pesticidi che vengono usati in agricoltura.

Nutrendoci con alimenti da agricoltura convenzionale si stima che sia possibile ingerire circa 2 kg di pesticidi l'anno. Molte di queste sostanze sono *disregolatori endocrini* in quanto capaci di legarsi a recettori ormonali (soprattutto quelli per gli estrogeni) mimando la loro azione e quindi alterando l'equilibrio fisiologico. Per questo motivo sono correlati a disfunzioni dell'apparato riproduttivo, a disordini della fertilità, aborti spontanei, pubertà e menopausa precoci, tumori all'utero, ovaie, seno e prostata. Si tratta di bifenili policlorurati, diossine e vari gruppi di pesticidi usati in agricoltura: organo clorurati (aldrin, dieldrin, DDT..), organostannici (TBT), fungicidi (etilenbisditiocarbammati, vinclozolina,..), erbicidi, plastiche (ftalati). Alcuni pesticidi, soprattutto organo-fosfati, interferiscono con il sistema nervoso. Essendo per lo più lipofili e a basso peso molecolare, queste sostanze tendono ad accumularsi nei tessuti adiposi (adipe, fegato, mielina) e a legarsi a recettori nucleari nelle cellule di numerosi tessuti ed organi inducendo alterazioni metaboliche che possono portare all'obesità, al diabete e alla sindrome metabolica. Queste sostanze possono infatti interferire con il metabolismo lipidico promuovendo l'adipogenesi e causando la sempre più diffusa obesità infantile. Vari studi hanno dimostrato una correlazione diretta tra l'obesità e certi pesticidi definendo queste molecole "obesiogeni ambientali". Essendo l'adipocita una cellula immuno-endocrina, facente parte della complessa rete PNEI (*Psico-Neuro-Endocrino-Immunologia*), una sua disfunzione può avere importanti ripercussioni sui sistemi endocrino, immunitario, nervoso e metabolico. Questi tossici ambientali sono anche pro-ossidanti e causano danni biologici anche attraverso la produzione di radicali liberi. La maggior parte di queste molecole passa la barriera placentare e si ritrova anche nel latte materno così che esse possono essere assorbite da neonati e bambini. Da tutto ciò si comprende come sia opportuno passare da un'agricoltura convenzionale a quella basata su alimenti biologici (*Bartolozzi E., 2013*).

Inquinamento ambientale: cause

- complessità ed eterogeneità della popolazione (numero di abitanti, differenti stili di vita, etc.), urbanizzazione eccessiva
- deforestazione e sovvertimento degli ecosistemi naturali con conseguenti mutamenti climatici e ambientali
- agricoltura intensiva, inquinamento del suolo con pesticidi
- riscaldamento domestico (è il maggiore inquinante): combustione di carbone, legna, petrolio e biomasse legnose per il riscaldamento (stufe a legna, a pellet, caminetti) e la produzione di energia elettrica. Oltre il 60% delle emissioni di PM_{2,5} (polveri sottilissime) deriva dal settore residenziale ed è riconducibile, in gran parte, alla legna. Bruciare legna produce particolato ma anche benzopirene che aumenta la tossicità delle polveri
- gas di scarico dei veicoli: combustione di benzina e diesel (l'impatto è inferiore rispetto al riscaldamento residenziale)
- erosione della pavimentazione stradale, usura di freni e pneumatici delle auto con emissione di ossidi di azoto e ammoniaca che nella atmosfera si trasformano in polveri sottili
- emissioni dovute ad attività industriali (acciaierie, inceneritori, raffinerie, edilizia, etc.), smaltimento abusivo di rifiuti tossici (*Terra dei Fuochi*)

Eventi climatici estremi causati dal riscaldamento globale

- ondate di calore, siccità, incendi bochivi, tempeste di vento, piogge torrenziali, grandinate, straripamento di corsi d'acqua, frane, valanghe, mareggiate responsabili di dissesto idro-geologico

Rischio clinico per chi vive in aree inquinate

- cefalea, diminuzione delle performance mentali da inquinanti indoor (CO₂)
- malattie respiratorie (*bronchite cronica, enfisema, asma, BPCO*), cardio e cerebrovascolari (*infarto, ictus*), aumento della mortalità
- deficit del sistema immunitario
- alterazioni metaboliche (*diabete, sovrappeso, obesità nell'infanzia*)
- tumori
- maggiore incidenza di malattie infettive da virus dovute a modificazioni delle condizioni climatico-ambientali e trasmesse da vettori (*zanzare, etc.*) o da carrier quali il *particolato atmosferico* PM_{10/2,5} che può funzionare anche da substrato permettendo ai virus di diffondere a distanza e di rimanere più a lungo nell'aria in condizioni vitali
- dispermia con alterazione della fertilità da accumulo di metalli pesanti (Cromo, Zinco, Rame) nel sangue e nel seme

Quota di Tumori per fattori di rischio

La cancerogenesi è un processo complesso e di lunga durata che origina da un'alterazione del genoma e dei meccanismi di sorveglianza e di trasduzione dei segnali molecolari nelle cellule. La trasformazione della cellula normale in cellula tumorale avviene per un processo a tappe e richiede, in genere, molti anni e diverse mutazioni somatiche. Le fasi di questo processo sono: l'*iniziazione* (danno del DNA/metilazione), la *promozione* (trasformazione della struttura cellulare e proliferazione delle cellule modificate) e la *progressione* (proliferazione non controllata delle cellule divenute neoplastiche). Le alterazioni del DNA possono essere genetiche o causate da inquinamento ambientale, infettive da virus oncogeni (HPV, EBV, HBV, HCV, HIV), da agenti batterici (*Helicobacter pylori*), da parassiti (*Schistosoma haematobium*), legate a non corretti stili di vita (fumo, alcol, dieta, sedentarietà), ma possono essere dovute anche a fattori casuali. Nella tabella è riportata la quota di tumori attribuibili ai vari fattori di rischio (*American Association for Cancer Research, 2013*); tuttavia nella carcinogenesi concorrono più cause, anche meccanismi immunitari e la capacità di riparazione dei danni del DNA. Per quanto riguarda i fattori ambientali esiste una sufficiente evidenza della cancerogenicità di: formaldeide, benzene, alluminio, cromo, nichel, asbesto, radon ed altri composti che sono classificati come cancerogeni di gruppo 1. Per tutti questi è stata osservata una relazione causale fra sostanza cancerogena e cancro.

TUMORI: FATTORI DI RISCHIO	%
Tabacco	33
Dieta	5
Sovrappeso, Obesità	20
Inattività fisica	5
Alcol (abuso)	3
Fattori occupazionali	5
Infezioni	8
Radiazioni ionizzanti, Raggi UV	2
Inquinamento ambientale	2

(*American Association for Cancer Research, 2013*)

Inquinamento: strategie di prevenzione

La lotta all'inquinamento inizia da molto lontano quando agli inizi del 1900 l'industrializzazione era limitata e la popolazione mondiale non aveva ancora superato i livelli di guardia. Oggi è necessario tentare di risolvere il problema alle radici. Si devono prendere misure che interessano tutti gli abitanti del Pianeta e quindi tutti gli Stati anche andando contro gli interessi economici dei vari Paesi. Nella lotta all'inquinamento si distinguono quindi:

● Strategie di ordine generale:

- misure in grado di affrontare alla radice problemi complessi, transizione energetica;
- modificazione dell'alimentazione su larga scala (alimenti vegetali naturali e biologici per ridurre l'inquinamento ambientale);
- incremento della forestazione, allestimento di aree di *urban forest* ed *orti urbani* per consumare verdura e frutta fresca di stagione, economia circolare, riqualificazione del territorio;
- architettura bio-climatica eco-sostenibile*, eliminazione di materiali provenienti dalla lavorazione del petrolio e impianti a combustione ricorrendo a soluzioni che non hanno impatto negativo sulla salute, *green office*;
- impiego di droni dotati di appositi sensori per il controllo dello inquinamento delle acque, etc.

● Strategie di prevenzione personale:

- frequentare e camminare in aree verdi (*Forest bathing*);
- impiegare piante per contrastare l'inquinamento indoor;
- seguire la Dieta mediterranea*
- utilizzare mascherine dotate di filtro di propilene (FFP1, FFP2, FFP3) che possono filtrare l'aria fino al 98% per difendersi dalle polveri sottili.

***Dieta mediterranea:** è in grado di attenuare gli effetti negativi dell'inquinamento atmosferico essendo ricca di vegetali (verdure e frutta) con azione antiossidante che contrastano gli effetti degli agenti inquinanti. Da uno studio della New York University risulta che la mortalità è più elevata nelle aree più inquinate ma è più contenuta tra i soggetti che seguono la Dieta mediterranea (Lim et al. *Circulation*, 2019).

◆ Piante contro l'inquinamento indoor

L'aria presente in ambienti chiusi (abitazioni, uffici, etc.) può essere più inquinata di quella presente all'esterno. Per questo motivo possiamo ricorrere alle piante come purificatori naturali. Esse sono utili nel rimuovere gli inquinanti volatili in quanto in grado di attivare un processo di biofiltrazione. Alcune, in particolare, sono capaci di ridurre i livelli di formaldeide (inquinante altamente presente nelle case e negli uffici), benzene, tricloroetilene, molti altri VOC (*Volatile Organic Compounds*) e inquinanti dispersi nell'aria; specialmente il particolato fine composto da microscopiche particelle di polvere, fuliggine, fumo, polline, etc. in grado di penetrare nell'apparato respiratorio. Numerosi studi hanno permesso di comprendere i meccanismi con cui le piante, attraverso la traspirazione, riescono ad attirare l'aria inquinata convertendola in nutrimento. Alcune piante sono in grado di purificare l'aria dai principali inquinanti volatili, regolano l'umidità, riducono la ionizzazione positiva producendo effetti benefici in ambienti interni e migliorando lo stato psico-fisico ed il confort delle persone che lavorano o vi abitano. I benefici risultano superiori se gli ambienti interni si affacciano su aree di verde (*green office*).

Alcune piante da interni quali *Sansevieria trifasciata* sono adatte ad essere utilizzate nelle camere da letto in quanto di notte assorbono anidride carbonica e rilasciano ossigeno. Possono essere impiegate anche piante quali le *orchidee* che hanno la capacità di rilasciare ossigeno nelle ore notturne.

Un'efficace rimozione dei VOC si ottiene utilizzando piante come lo *spatifillo* (*Spathiphyllum*), la *Dracena deremensis* «Janet Craig», l'*Areca palmata* (*Chrysalidocarpus lutescens*), la *Rhapis excelsa*, altre. Gli effetti favorevoli consistono nella purificazione dell'ambiente, l'umidificazione, l'ossigenazione, la ionizzazione negativa. Un eccesso di ioni positivi in un ambiente chiuso, una volta assorbiti dalla pelle e dalle vie respiratorie, determina infatti la formazione di radicali liberi che causano processi ossidativi dannosi per le cellule. Utilizzando alcuni tipi di piante si mantiene il giusto livello di umidità, aumenta il grado di concentrazione psichica e migliora lo stato fisico. Si verifica infatti



riduzione dell'affaticamento, della cefalea, del malessere generale, di problemi respiratori e di irritazione della pelle causati dalla secchezza dell'aria che sono tipici della "sick building syndrome" (sindrome dell'edificio malato). Fra le numerose piante lo *spatifillo* offre il vantaggio di essere efficace nel rimuovere numerosi inquinanti pur richiedendo poche cure. Anche gli ambienti di lavoro in cui sono presenti strumentario e apparecchi elettronici, fonte di campi elettromagnetici, possono giovare dell'impiego di alcune varietà di piante per la loro capacità assorbente. Tra le varie specie la *Sansevieria trifasciata* è considerata una delle migliori (filtra la CO₂ e la formaldeide) insieme alla *Dracena deremensis*, l'*Edera comune*, l'*anturio*, etc. L'impiego del verde indoor offre anche un beneficio di ordine acustico per la capacità che hanno le piante di assorbire e attenuare le onde sonore presenti nell'ambiente.

◆ **Piante contro l'inquinamento outdoor**

La mitigazione del clima urbano può essere attuata utilizzando alberature e siepi in grado di migliorare il microclima. Fra le piante più efficienti per le polveri sottili sono: il bagolaro, gli olmi, gli ippocastani, gli aceri. Mentre tiglio selvatico, biancospino, frassino sono efficaci nell'assorbire l'anidride carbonica (CNR - Bologna).

È a tutti noto che camminare in aree boschive determina una diminuzione dello stress, un aumento delle energie vitali dell'organismo e un'influenza positiva sulla salute. Ciò accade grazie ad una migliore ossigenazione dell'organismo quando è lontano da fonti di inquinamento; ma anche perchè composti attivi emanati da alcuni tipi di piante, noti come fitoncidi¹, esercitano un'azione rigenerante e di prevenzione psico-fisica della persona nella sua totalità.

Con quali modalità il contatto uomo-natura può esercitare effetti salutari?

Si riconoscono alcune possibilità:

- a) ***l'esposizione dell'organismo ad aree di verde per un tempo limitato***, durante le ore di lavoro o di riposo fisico;
- b) ***il bagno nella foresta "Forest bathing"***: è una pratica salutare che si realizza camminando per alcune ore in aree boschive con una vegetazione caratterizzata da alberi ad alta emissione di monoterpeni (faggi, lecci, etc.). Questa modalità è attuata nei Paesi orientali (Giappone, Corea) fino dagli anni '80 del secolo scorso;
- c) ***la Silvoterapia***: al contrario del "Forest bathing", in cui la camminata ha la durata di poche ore, consiste in un vero e proprio riposo di alcuni giorni immersi nella natura. La foresta diviene così luogo ideale in cui tutti i sensi vengono stimolati. È comune evidenza suffragata da studi scientifici che vivere in aree con poco verde e molto cemento risulta dannoso per l'organismo e per la salute respiratoria. Qing Li (2008, 2010) ha osservato una correlazione inversa tra copertura forestale e tassi di mortalità per tumori nelle Prefetture del Giappone e sostiene che il *Forest bathing* possa avere un effetto preventivo nella cancerogenesi e nello sviluppo tumorale. È quindi necessario riempire di alberi e di piante verdi gli spazi in cui viviamo e soprattutto i luoghi dove

[1]-**Fitoncidi** = La parola fitoncide (*Phyton*=pianta e *-cidi*=uccidere) è stata conosciuta dal biochimico russo Boris P. Tokin nel 1928 per indicare molecole organiche volatili della famiglia dei terpeni, che prodotte ed emanate dalle piante e disperse nell'ambiente circostante, sono in grado di proteggerle da agenti nocivi.

si trascorre la maggior parte del tempo (abitazioni, scuole, uffici, comunità) per depurare l'aria *indoor* nell'ambiente familiare e di lavoro; si otterranno così benefici a livello psico-fisico: un miglioramento dell'attenzione, della memoria, delle capacità cognitive, un aumento della creatività, della socializzazione e la riduzione dell'aggressività. Anche nelle aree ospedaliere la presenza di spazi di verde esercita effetti favorevoli. Una ricerca del 1984 ha dimostrato che pazienti operati di colecistectomia degenti in ospedale in stanze che si affacciavano su aree verdi naturali avevano una degenza inferiore di quelli non esposti al verde ed un bisogno inferiore di analgesici (Roger U. Science, 1984). È stata osservata anche una relazione diretta fra l'eliminazione delle aree verdi urbane e l'aumento dei tassi di mortalità. In conclusione esiste una relazione diretta fra quantità e qualità degli spazi verdi naturali, tipologia degli alberi presenti, modalità di esposizione dell'organismo e salute. Da uno studio di Mary Carol Hunter et al. pubblicato sulla rivista *Frontiers in Psychology* (2019) risulta che il contatto con la natura e col verde in un parco urbano, o in altri luoghi, per almeno 20-30 minuti al giorno riduce il principale ormone dello stress, il cortisolo. L'effetto si ottiene sia stando fermi che camminando. I benefici effetti del contatto col verde e delle camminate in parchi verdi si identificano nella riduzione dello stress e dell'ansia, nel miglior controllo della pressione arteriosa, del peso, nel contrastare l'obesità e il rischio cardiovascolare quando si associa il movimento. Il contatto con il verde migliora inoltre i disturbi respiratori per l'azione protettiva nei confronti dello smog e dell'inquinamento ambientale. Un notevole contributo all'ampliamento delle conoscenze sulle proprietà terapeutiche degli spazi verdi è dovuto alle recenti ricerche sui monoterpeni emessi dalle piante. È stato osservato che la corretta frequentazione di aree forestali ricche di monoterpeni esercita un'azione di stimolo sul sistema immunitario.

Gli spazi verdi naturali e le aree forestali ricche di monoterpeni svolgono azioni favorevoli per la salute.

I monoterpeni sono molecole che fanno parte della grande famiglia dei terpeni (o terpenoidi). Sono diffusi in natura, essendo prodotti

da numerose specie di piante; inoltre sono i tipici componenti delle resine e degli oli essenziali.

Sembra che le piante producano isoprene e monoterpeni per proteggersi dallo stress ambientale, dato che queste molecole svolgono specifiche funzioni antiossidanti e/o termoprotettive. È stato infatti dimostrato che in condizioni di stress alcuni vegetali emettono più monoterpeni del normale. Essi sono i principali responsabili dell'odore (o aroma, da cui deriva l'espressione "sostanze aromatiche") delle foglie, dei fiori e di altre parti degli organismi vegetali. Si caratterizzano per avere una struttura costituita da dieci atomi di carbonio ed un basso peso molecolare che contribuisce alla loro volatilità, ovvero alla tendenza a passare allo stato aeriforme in normali condizioni atmosferiche. Raramente una specie vegetale produce un solo tipo di monoterpene; più spesso è presente una molecola predominante in una miscela che costituisce l'olio essenziale, ma è ancora più frequente una composizione in cui predominano più molecole. L'attività biologica delle piante è data dal complesso di molecole nel loro insieme (denominato fitocomplesso) piuttosto che da un singolo componente: infatti anche un terpene presente in quantità minima in un olio essenziale può modificare sia le caratteristiche organolettiche sia le risposte biologiche. L'attività dei monoterpeni è conosciuta solo per un numero limitato di queste sostanze, rispetto a tutte quelle isolate in natura. In generale viene studiata l'azione dell'olio essenziale nel suo complesso piuttosto che quella di singole molecole. Gli oli essenziali hanno molte proprietà biologiche e una notevole affinità con la frazione lipidica delle membrane cellulari: ciò facilita il loro assorbimento attraverso la pelle e le mucose. Questo aspetto ha rilevanza per il benessere psico-fisico dei soggetti che frequentano assiduamente spazi verdi ed aree boschive. La via olfattiva è quella più diretta per raggiungere i recettori del sistema nervoso centrale perciò gli effetti derivanti dall'assorbimento per via inalatoria si ottengono in tempi rapidi.

L'azione dei monoterpeni si esercita a livello cerebrale e si manifesta con azione stimolante o sedativa, ansiolitica e antidepressiva, con effetti positivi sulla memoria, sui processi cognitivi e sull'umore.



Produzione, accumulo ed emissione dei monoterpeni

● ***La produzione e l'accumulo dei monoterpeni differisce fra le diverse piante arboree:*** vi sono specie vegetali che producono più monoterpeni di altre.

● ***La produzione dei composti attivi avviene nella parte aerea della pianta*** soprattutto nelle foglie, ma anche nei rami, nei fiori, nei frutti e in misura minore nella corteccia, nel fusto, nelle radici.

● ***La produzione dei monoterpeni dipende dall'esposizione alla luce e dalla temperatura dell'aria*** tanto che le foglie più esposte, anche nella stessa pianta, con l'aumento della temperatura producono più monoterpeni.

● ***La produzione dei monoterpeni segue un ritmo stagionale.***

Specie arboree come il faggio (*Fagus sylvatica*) o il castagno (*Castanea sativa*) hanno la massima produzione all'inizio della estate quando la massa fogliare è più sviluppata.

● ***I composti attivi possono essere liberati nell'ambiente circostante non appena prodotti, oppure venir depositati in particolari strutture anatomiche di accumulo degli oli essenziali (peli ghiandolari, tasche, canali resiniferi), (qualora siano presenti).***

Il faggio, ad esempio, è una pianta priva di strutture di accumulo;

di conseguenza i monoterpeni una volta prodotti vengono subito liberati nell'ambiente. In modo diverso si comportano le conifere che depositano i composti nei condotti che contengono la resina. Da quanto detto appare complesso poter valutare il potenziale emissivo di un bosco in termini salutari. Di conseguenza è necessario affidarsi ad esperti del settore ed a guide specializzate che possono condurci in percorsi facilmente accessibili per effettuare passeggiate della durata di almeno 2-3 ore, utili per la salute. I **monoterpeni** rappresentano i componenti principali dell'atmosfera boschiva (90% circa). Essi esercitano alcune funzioni importanti per l'organismo quando si immerge nell'atmosfera

Terpeni

Sono metaboliti secondari, ovvero composti organici, prodotti da diverse specie di piante che non sembrano avere una funzione diretta sulla sua crescita ed il suo sviluppo.

Essi rappresentano i **costituenti principali delle oleoresine e degli oli essenziali**.

Il loro nome deriva da trementina (composto volatile delle resine).

La struttura chimica è costituita da un' unità di isoprene a cinque atomi di carbonio (C₅H₈).

In base al numero delle unità di isoprene vengono classificati in **monoterpeni** (con 2 unità di isoprene), **sesquiterpeni** (3 unità), **diterpeni** (4 unità) e così via. Questi composti di natura lipidica sono insolubili in acqua.

Essi **sono importanti per la difesa della pianta** da fattori ambientali, radiazioni UV, agenti patogeni e insetti dannosi; inoltre svolgono una funzione di attrazione di insetti e altri agenti impollinatori.

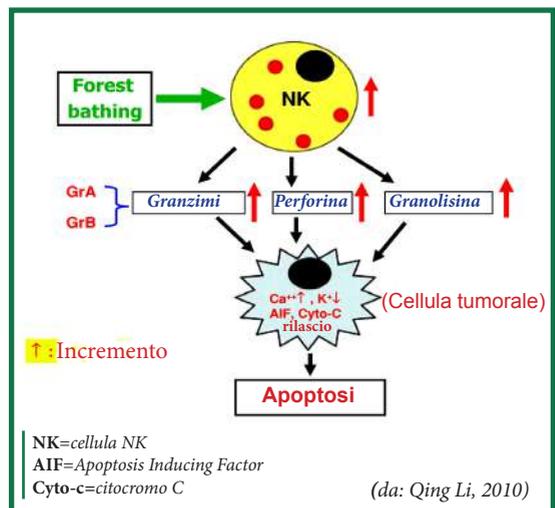
Gli oli essenziali sono prodotti, immagazzinati e secreti ad opera di cellule che presentano strutture anatomiche specializzate.

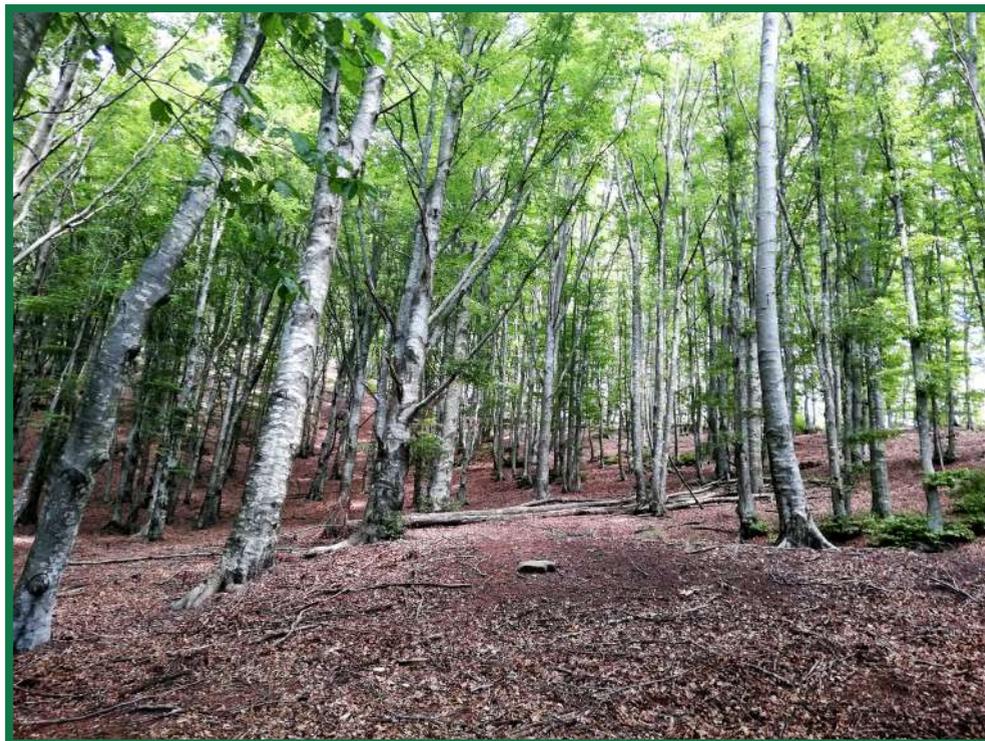
Si riconoscono:

- a) *epidermidi ghiandolari* costituite da cellule con vacuoli di grandi dimensioni. Dall'allungamento verso l'esterno di alcune cellule epidermiche si formano peli ghiandolari unicellulari o pluricellulari;
- b) *tasche* costituite da gruppi di cellule che morendo e dissolvendosi liberano oli essenziali nelle cavità residue;
- c) *canali resiniferi*, delimitati da cellule ghiandolari: in essi si raccoglie la secrezione che viene riversata all'esterno.

del bosco (*Forest bathing*) e viene a contatto con questi composti per inalazione (come aerosol) o per assorbimento per via percutanea. Gli effetti benefici sono legati all'attività antinfiammatoria e antiossidante (*inibizione del fattore di trascrizione NF-kB, della produzione di IL-6, di TNF-alfa, di ossido nitrico NO, iperregolazione del fattore di trascrizione Nrf2*), alla riduzione degli ormoni dello stress (*cortisolo, adrenalina, noradrenalina*), all'attività neuroprotettiva (utile nelle malattie neurodegenerative), di stimolo sul sistema immunitario e all'attività antitumorale di questi composti. Recentemente sono stati dimostrati effetti positivi nell' asma bronchiale e nella dermatite atopica in età pediatrica. Numerosi terpeni (*borneolo, isoborneolo, alfa-pinene, 1,8-cineolo, limonene, altri*) costituenti gli oli essenziali sono conosciuti per le loro attività biologiche. Fra essi borneolo, cineolo, cimene, mircene, pinene hanno attività antinfiammatoria e antiossidante e per alcuni di essi (cimene, limonene, mircene, pinene) sono stati dimostrati effetti antitumorali. Fitoncidi inoltre stimolano le cellule NK (*Natural Killer*) con aumento del loro numero e del rilascio di proteine antitumorali (perforina, granzimi, granzimi A/B). Anche la diminuzione della produzione degli ormoni dello stress può contribuire all'incremento dell'attività delle cellule NK dopo esposizione al Forest bathing.

Il Forest bathing incrementa l'attività delle cellule NK



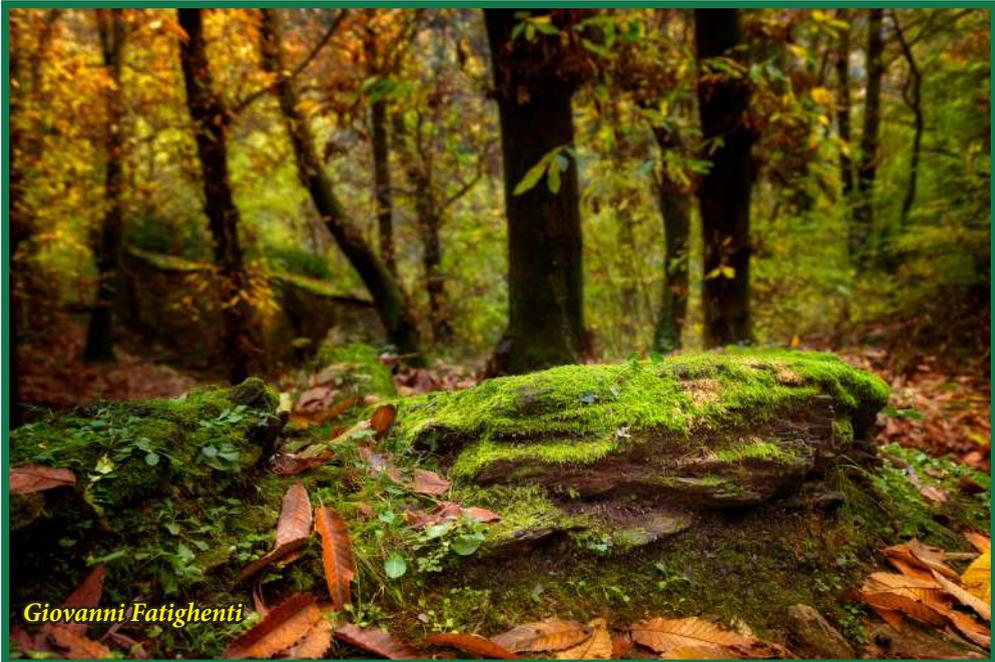


Sembra che questo effetto si mantenga per oltre 30 giorni dal bagno nella foresta. In conclusione gli effetti salutari derivanti dal Forest bathing sono da attribuire ai monoterpeni, cioè ai metaboliti secondari delle piante ed alle loro numerose proprietà farmacologiche (Qing Li. *Environ Health Prev Med.*, 2010; Marcio *et al. BJP*, 2011; Cho *et al. Toxicological Res.*, 2017).

“Forest Bathing”

effetti salutari della immersione contemplativa nel verde della foresta

- riduzione degli ormoni dello stress (cortisolo plasmatico, etc.)
- stimolazione delle cellule del sistema immunitario (*Natural Killer, Neutrofili*)
- effetto vasorilassante, riduzione della frequenza cardiaca e della pressione arteriosa con risultati favorevoli nelle patologie cardiovascolari e respiratorie
- rilassamento psico-fisico ed effetti favorevoli nella depressione, ansia, iperattività, deficit di attenzione, ritmo del sonno



Effetti biologici della ionizzazione naturale nelle aree forestali

Le aree forestali caratterizzate da una vegetazione rigogliosa di latifoglie e conifere favoriscono l'aumento degli ioni negativi atmosferici con un effetto disinquinante (abbattimento dei valori di PM10). Con questo meccanismo la frequentazione di aree verdi naturali contribuisce all'aumento del benessere. Un risultato analogo si può ottenere in luoghi chiusi (abitazione, luoghi di lavoro) se vengono dotati di piante verdi. Così facendo si verifica il miglioramento della qualità dell'aria e la riduzione di composti inquinanti e di ioni positivi che possono formare un pulviscolo dannoso per l'organismo. Da quanto detto appare necessario mirare alla ionizzazione negativa degli ambienti chiusi.

Specie arboree ad alto potenziale emissivo

Alcune specie arboree presentano un elevato potenziale emissivo di monoterpeni e per questo sono adatte al *Forest Bathing*. Sono piante appartenenti all'ordine delle *Fagales* ed alla famiglia delle *Fagacee*.

Vi fanno parte il **Faggio** (*Fagus sylvatica*), il **Leccio** (*Quercus ilex*), la **Quercia spinosa** (*Quercus coccifera*), la **Sughera** (*Quercus suber*) (Mencagli e Nieri. Ed. Sperling & Kupfer, 2017).



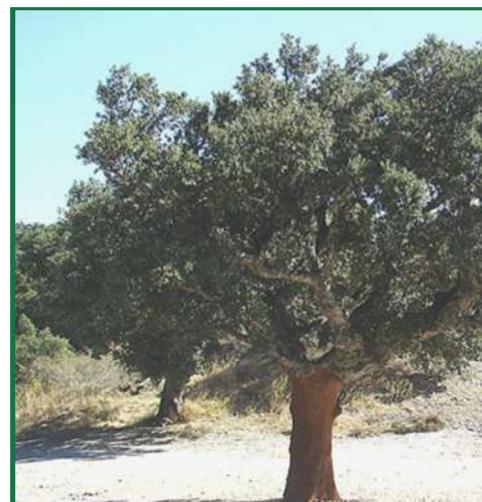
Faggio - *Fagus sylvatica*
(Faggione di Luogomano)



Leccio - *Quercus ilex*
(Cascine di Tavola - PO)



Quercia spinosa - *Quercus coccifera*



Sughera - *Quercus suber*

Faggio (*Fagus sylvatica* L.): è una latifolia, che appartiene alla famiglia delle Fagaceae, molto diffusa in Europa ed in Italia dove cresce in tutte le regioni esclusa la Sardegna (Nocentini et al., 2009; Houston, 2016). La varietà rossa è particolarmente bella. Nelle antiche culture nordiche la pianta è simbolo di conoscenza, sapere, saggezza e rappresenta l'unione fra materia e spirito, tra uomo e Dio. Inoltre stimola la concentrazione e lo sviluppo interiore e trasmette vibrazioni positive. È un albero maestoso che predilige un clima fresco e umido; si sviluppa a 900-1000 m di altitudine; crescendo può arrivare all' altezza di 30-40 m nei faggeti e addirittura 50 m se le condizioni sono particolarmente favorevoli. Nei boschi di faggio impressiona la luminosità eterea delle foglie che contrasta con il tronco massiccio e grigio. La corteccia del tronco si presenta liscia con striature orizzontali e colore grigio chiaro ma assume varie tonalità in base alle condizioni di luce. Alle estremità dei rami si trovano gemme, apicali o terminali, che costituiscono l'apice vegetativo: esse provvedono all'accrescimento della pianta. La pianta presenta un tronco vigoroso che può arrivare a misurare 2-2.5m di diametro; essa fiorisce nel mese di maggio e dà frutti (faggiole) che maturano nei mesi di settembre/ottobre liberando acheni trigoni lunghi 1,5 cm. Le foglie sono ovato-appuntite ed hanno colore verde chiaro in primavera. In estate la loro pagina superiore assume colore verde scuro e aspetto lucido mentre in autunno il fogliame prende una colorazione giallo bronzea. Il faggio può vivere fino a 200-300 anni e tende a costituire boschi puri dove dà forma ad un alto tronco che si libera verso il cielo e si apre con una verde chioma. I **frutti** (faggiole) sono contenuti in piccoli gusci marroni (pericarpo) protetti da aculei a punta sottile che contengono noci commestibili (*il nome Faggio deriva infatti da "Fagus" che significa mangiare*). Le faggiole sono ricche di vitamine del gruppo B, potassio zinco, ferro e acidi grassi insaturi; venivano usate per ottenere un olio aromatico. Il **legno** del tronco viene utilizzato per la fabbricazione di mobili, ma anche come combustibile. In passato veniva impiegato per la produzione del carbone vegetale ad uso sanitario. Inoltre il decotto di corteccia è stato utilizzato come antipiretico.

Faggio (*Fagus sylvatica* L.)



Faggeta



Tronco del Faggio



Fiori e Foglia del Faggio
(*Fogliame giovane: raccolta nel mese di maggio*)



Gemme del Faggio



**Frutto del Faggio (Faggiola)
a capsula aperta**
(*raccolta: mesi di settembre/ottobre*)

(alcune foto sono tratte da: www.tree-guide.com)

Dalle ceneri del legno sono stati ricavati unguenti utili nelle infiammazioni e con proprietà balsamiche ed espettoranti. Le **foglie**, ricche di polifenoli, sono state impiegate come infusi per il trattamento della febbre, la diarrea, malattie della pelle, del fegato e malattie respiratorie. Le **gemme** sono state usate come rimedio nella ipogammaglobulinemia, come stimolanti delle cellule di Kupfer del fegato, delle funzioni renali e per l'attività antiallergica ed antistaminica. La gemmoterapia è stata proposta come rimedio nella fibrosclerosi polmonare, la nefroangiosclerosi e per ridurre il colesterolo, l'acido urico e l'urea (*Rozenwajg Joe, 2016*).

Il faggio è una pianta priva di strutture di accumulo, di conseguenza libera monoterpeni direttamente nell'ambiente. Estese faggete si trovano nella provincia di Prato (*Faggi di Javello*¹) sulle pendici dell'Appennino Tosco-Emiliano, sul monte Amiata, nel Casentino. Vetuste faggete della foresta Umbra sono divenute patrimonio dell'umanità. Densissime faggete si trovano anche nell'Oasi Zegna (Biella) che rappresenta il primo esempio di *Forest Bathing* in Italia realizzato nel 2015. Il periodo migliore per effettuare camminate nei boschi di faggio per uno o più giorni ed ottenere effetti salutari è compreso fra metà maggio e gli inizi di ottobre. Le camminate dovrebbero avere la durata di almeno due ore per ottenere effetti salutari.



[1] **Faggi di Javello:** derivano il loro nome da Chiavelli, famiglia di origine longobarda che stabilì la propria roccaforte in quest'area (oggi Fattoria di Javello) intorno all'anno 1000.

Leccio (*Quercus ilex*): è un albero sempre verde tipico della macchia mediterranea che raggiunge l'altezza di 25 m. È longevo potendo arrivare a 1000 anni. La corteccia liscia e grigia con il passare degli anni si divide in scaglie poligonali, piccole e scure. Le foglie, leggermente spinose, hanno colore verde scuro ed una durata di 2-3 anni. I frutti sono ghiande che maturano nei mesi autunnali; erano impiegate per l'alimentazione del bestiame, ma anche umana. È utilizzato come pianta ornamentale (strade, parchi) ed il suo legno è un ottimo combustibile. L' emissione di terpeni (non di deposito) da parte della pianta aumenta ad alte temperature e con l'incremento dell'umidità relativa (*Llusia e Penuelas, 1999*).

Quercia spinosa (*Quercus coccifera*): è una pianta sempreverde tipica della macchia mediterranea. Può raggiungere l'altezza di un piccolo albero (5-6 m), o di un arbusto (2 m). Si presenta sotto forma di bassi cespugli impenetrabili simili a cespi di agrifoglio su pendii collinari caldi e aridi. Ha foglie piccole e rigide di colore verde scuro con spine pungenti. Le foglie nuove a primavera hanno colore bronzo ed aspetto peloso. La pianta è dotata di un legno molto duro ed è un ottimo combustibile.

Sughera (*Quercus suber*): è un albero sempreverde che raggiunge i 20 m di altezza con un diametro del tronco di 1,5 m. Può vivere fino a 300 anni. Ha foglie coriacee di forma ovale, lanceolate che persistono per alcuni anni. La corteccia è dotata di peculiari caratteristiche: infatti ha aspetto liscio e color grigio ma col tempo si ispessisce ed assume aspetto rugoso. È solcata da scanalature profonde ed assume colore chiaro all'esterno, rosato e spugnoso all'interno. In alcuni anni raggiunge lo spessore 6-7 cm. Essa è sfruttata per la produzione del sughero tanto che la pianta può essere sottoposta a decorticazione più volte nella vita (*Nasi Fausto. Alberi d'Italia. Quaderni di Educazione Naturalistica. Ed. 2017*).

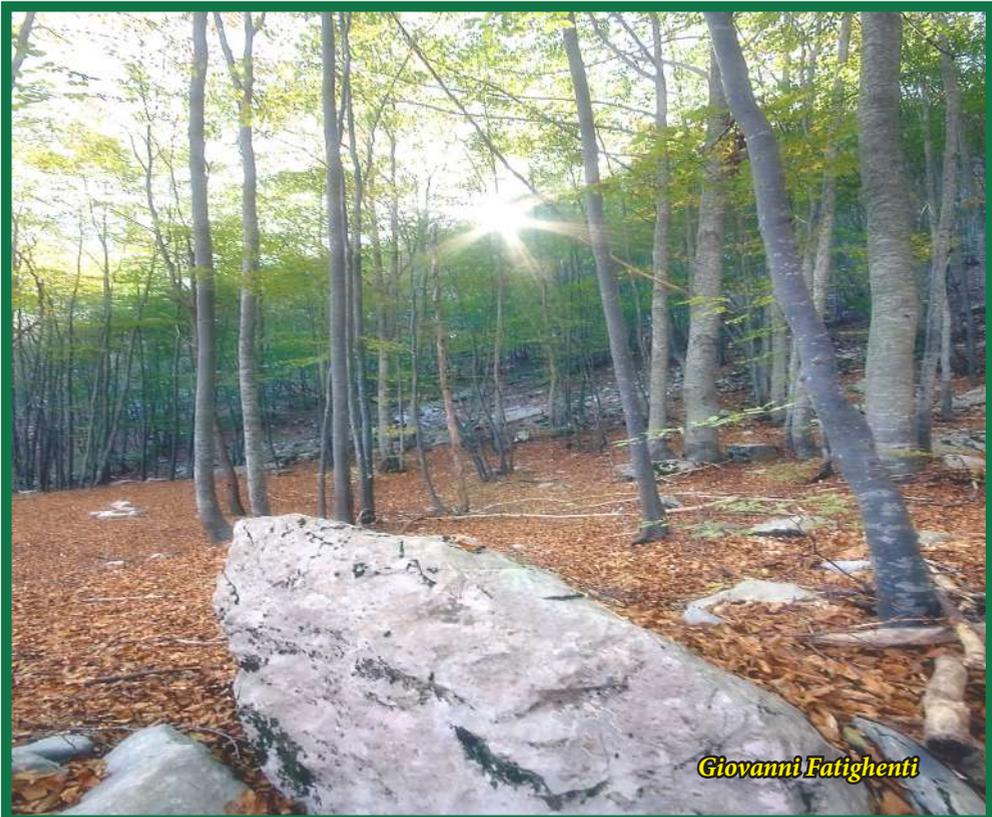
Altre piante con un potenziale emissivo inferiore sono: **castagno** (*Castanea sativa*), **pino domestico** (*Pinus pinea*), **pino d' Aleppo** (*Pinus halepensis*), **pino silvestre** (*Pinus sylvestris*), **abete rosso** (*Picea abies*), **betulla** (*Betula pendula*), **pioppo tremulo** (*Populus tremula*), **eucalipto** (*Eucalyptus globulus*).

Studio dei composti bioattivi in specie arborea

Composti bioattivi possono essere studiati nell'aria delle superfici forestali, nelle foglie, nella corteccia, nelle radici delle piante.

● **Emissione di monoterpeni nell'aria da parte di piante ad alta emissione quali il faggio**

Utilizzando la tecnica “*Dynamic Branch Enclosure Technique*” è possibile determinare l'emissione nell'aria di monoterpeni (Demarcke et al. *Atmospheric Environment*, 2010). Essa varia in base alle condizioni atmosferiche, all'intensità della luce e della temperatura locale (Dindorf et al. *Biogeosciences Discussions*, 2005). Nelle emissioni dalle foglie sono stati rilevati più di dieci monoterpeni fra cui il sabinene, il para-cimene ed il cis-ocimene, ma il composto più attivo e rilasciato in maggior misura è rappresentato dal *sabinene*. Esso ha attività antinfiammatoria (inibizione del fattore di trascrizione NF-kB e di interleuchina-6) e antiossidante; inoltre inibisce la produzione di ossido nitrico (NO)



Giovanni Fatighenti

e l'espressione iNOS (*Inducible Nitric Oxide Synthase*), ha attività analgesica, antiedemigena e citotossica su cellule tumorali (fegato, colon, mammella) (*Valente et al. Food and Chemical Toxicology, 2013*). Il sabinene, in modelli animali, ha la capacità di prevenire l'atrofia della muscolatura scheletrica che può essere causata dall'invecchiamento, da malnutrizione, denervazione, cachessia neoplastica. Il monoterpene potrebbe quindi essere utilizzato sia come agente preventivo che terapeutico (*Ryu et al. Molecular Sciences, 2019*). La maggiore emissione dei monoterpeni si verifica in estate ed in minor misura in autunno. Non sono state invece rilevate emissioni all'inizio della primavera anche quando le foglie sono completamente sviluppate in condizioni di luce e temperatura moderate (*Holze. Journal of atmospheric chemistry, 2006*).

● **Composti fenolici e oligoelementi nelle foglie del faggio**

Le foglie del faggio sono ricche di manganese, molibdeno, rame, zinco, ferro, cobalto, ioni, composti sulfurei, saponine, derivati ginsenosidi, vitamine (C, E, K). In un recente studio compiuto su foglie di *Fagus sylvatica* prelevate nel mese di settembre, essiccate e macinate, sono stati estratti composti attivi utilizzando etanolo al 70%. Polifenoli e flavonoidi sono stati analizzati ed identificati con il metodo HPTLC (*Reich e Schibli. Thiem Medical Publishers, 2008*). Gli estratti sono stati testati per valutare l'attività antimicrobica contro *E. coli* che, come è noto, è un microrganismo responsabile di infezioni del tratto urinario. Il test per l'attività antimicrobica consisteva nel metodo di diffusione dell'agar, nella valutazione delle curve di crescita e dell'attività di alcuni importanti enzimi antiossidanti delle cellule batteriche (superossido-dismutasi, catalasi, glucosio 6-fosfato deidrogenasi). Con questa metodica dalle foglie del faggio sono stati isolati polifenoli che hanno dimostrato esercitare una moderata attività antimicrobica contro *E. coli* per aumento dello stress ossidativo nei terreni di coltura in grado di determinare danni irreversibili nelle cellule batteriche. I polifenoli delle foglie sono attivi anche contro *Helicobacter pylori*. (*Nicu et al. Romanian Biotechnological Letters, 2016*). Uno studio analitico/comparativo sull'attività antiossidante di estratti delle

foglie di *Fagus sylvatica* eseguito nel periodo maggio-ottobre ha dimostrato un maggior contenuto di flavonoidi nel mese di maggio e di fenoli totali nel mese di settembre (*Pirvu et al. J Planar Chromatography, 2013*). Frederich et al. (*Planta medica, 2009*) hanno osservato che estratti di foglie di *Fagus sylvatica* esercitano effetti inibitori in vitro su cellule di carcinoma umano; in particolare su cellule di carcinoma prostatico PC3 ed in misura minore su cellule di carcinoma del colon e di glioblastoma.

Si prevede che estese aree dell'Europa che sono diffusamente coperte da foreste di faggi si ridurranno drasticamente nei prossimi anni a causa della modificazione delle condizioni climatiche (incremento della temperatura e riduzione delle precipitazioni). Questa tendenza viene contrastata naturalmente dall' aumento dei meccanismi di difesa nelle piante più vulnerabili che sono rappresentati dall'incremento dei livelli di polifenoli (catechine, procianidine) nelle foglie di faggio. Tali composti rappresentano uno dei maggiori meccanismi antiossidanti non enzimatici la cui determinazione può essere impiegata per valutare la crescita e l'adattamento di varietà di faggi alle modificazioni climatiche (*Hofmann et al. International Labmate, 2017*).

● **Composti fenolici presenti nella corteccia del faggio**



La corteccia del faggio è una ricca fonte di composti bioattivi fra cui tannini e polifenoli con azione antiossidante. Trentasette polifenoli inclusi catechina, epicatechina, quercetina, acido vanillico, acido gallico, taxifolina, procianidine, acido siringico, cumarico, clorogenico, ferulico, coniferina sono stati identificati nella corteccia mediante estrazione MAE (*Microwave Assisted Extraction*) (*Hofmann et al. J Chromatogr, 2015; Tanase et al. Antioxidants, 2019*). La MAE rappresenta un valido metodo di estrazione e caratterizzazione dei fenoli presenti nella corteccia della pianta. Tali composti esercitano attività antiossidante, effetti inibitori dell'alfa-glucosidasi e della tirosinasi¹, attività antibatterica (*Stafilococco aureo, Pseudomonas aeruginosa, E. coli, altri*) ed

¹-gli inibitori della tirosinasi sono composti in grado di ridurre reazioni enzimatiche, specialmente nella pelle e quindi utili nell' industria dei cosmetici.

antimicotica (*Candida albicans*). I più efficaci composti antiossidanti che possono essere estratti dalla corteccia del faggio ed utilizzabili sono rappresentati da catechina, procianidine, epicatechina, coniferina (*Hofmann et al., Industrial Crops & Products, 2017*). La corteccia è anche adatta alla sintesi di nanoparticelle di argento (AgNP) che dimostrano attività antiossidante, antibatterica, antitumorale, potenziata dalla presenza di tannini e polifenoli. Le AgNP sono in grado di danneggiare cellule neoplastiche in quanto hanno affinità per l'ambiente tumorale acido (*Burlacu et al. Molecules, 2019; Tanase et al. Antioxidants, 2019*). Soluzioni estrattive acquose ottenute dalla corteccia del faggio hanno dimostrato, ad alte concentrazioni, attività antiproliferativa su linee cellulari di melanoma e carcinoma polmonare da riferire, probabilmente all'attività antiossidante. L'estratto acquoso inoltre dimostra che questa modalità di estrazione è di grado superiore rispetto a quella ultrasuono-assistita (UAE) che determina fenomeni di cavitazione al passaggio delle onde sonore (*Cosarcă et al. Wood Science and Technology, 2018; Tanase et al. Bioresources, 2018*).

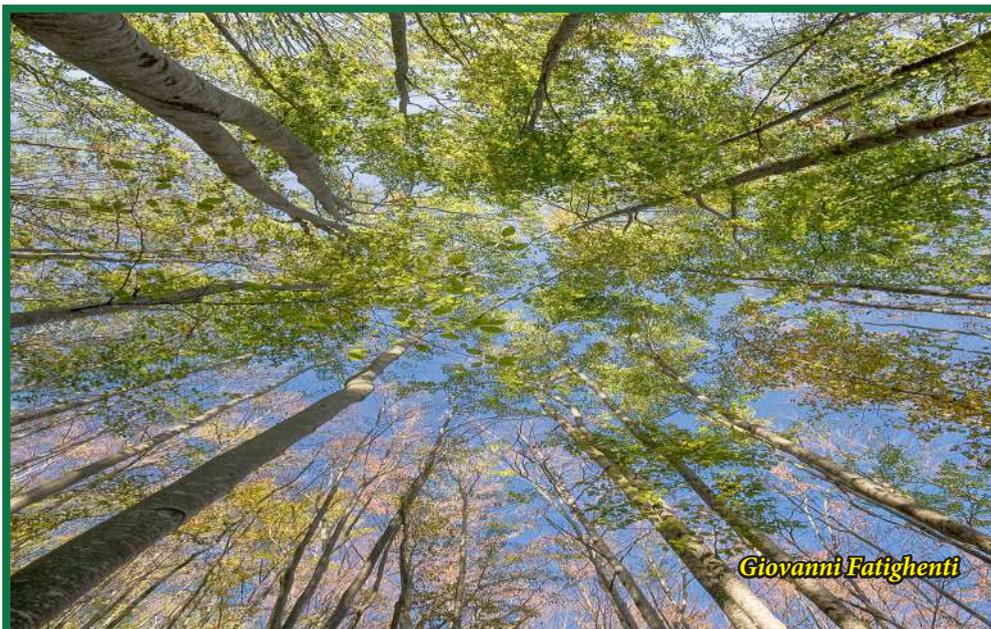
Fagus sylvatica L.: Specie arborea con attività benefiche
Emissione di monoterpeni dalle foglie della pianta con ritmo stagionale (maggio, settembre). Tali composti presentano attività antinfiammatoria e antiossidante
Presenza di composti fenolici nelle foglie con attività antimicrobica ed effetti inibitori in vitro su cellule di tumori maligni (Prostata, Colon, Glioblastoma)
Presenza di tannini e fenoli nella corteccia della pianta con attività antiossidante, antibatterica, antifungina, effetti inibitori di alfa-glucosidasi e della tirosinasi ed attività antiproliferativa (melanoma e carcinoma polmonare)
Attività bioenergetica positiva concentrata nel tronco della pianta con emissione di segnali elettromagnetici a frequenze che sono in risonanza con alcuni organi del corpo umano e con il sistema immunitario
Camminate nei Boschi di Faggete (Forest Bathing) (molto diffusi sul territorio nazionale e nella regione Toscana a 900-1000 mt di altitudine) possono esercitare effetti salutari se effettuate nei periodi di maggiore emissione di monoterpeni nell'aria da parte delle foglie (Aromaterapia)



Giovanni Fatighenti

Attività bioenergetica delle piante

Da non molto tempo viene studiato il ruolo che le piante esercitano sulla salute umana da un punto di vista energetico. Esse infatti reagiscono per risonanza ai campi elettromagnetici provenienti dalla Biosfera, come accade per tutti gli esseri viventi. Ogni pianta possiede gruppi cellulari e funzioni che le consentono di ricevere ed emettere segnali elettromagnetici a frequenze che sono in risonanza con gli organi del corpo umano e possono influire sul loro stato energetico quando gli individui sostano per un determinato tempo in aree coperte da specifiche piante. Le caratteristiche energetiche (elettromagnetiche) comunque differiscono fra le varie piante ed **alcune specie di alberi** (abete bianco, abete rosso, betulla, castagno, faggio, larice, leccio, pino, quercia, tiglio) **esercitano un'influenza bioenergetica positiva sull'organismo umano riducendo lo stress psico-fisico**. Il faggio, ad esempio, oltre a produrre effetti benefici di ordine generale ha affinità per specifici organi quali la prostata, i reni, le ovaie, il sistema cardiocircolatorio, l'intestino tenue ed il sistema immunitario. Altre piante hanno effetti negativi: oleandro,

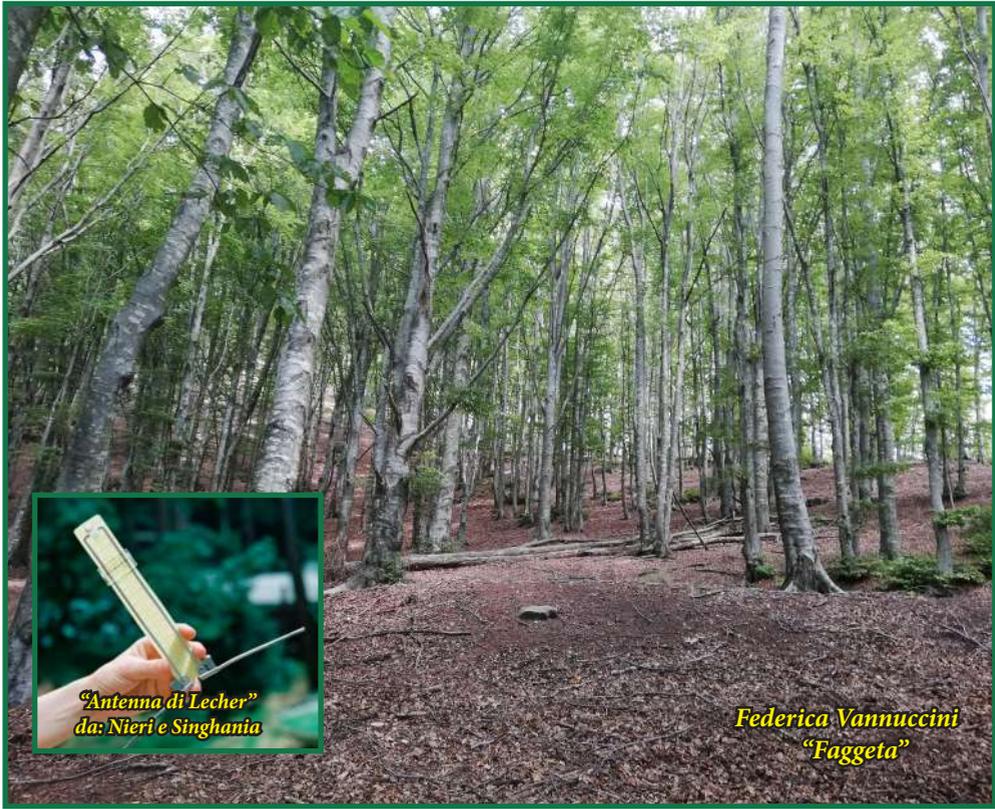


Giovanni Fatighenti

Lo spirito del Faggio: sentirsi liberi, rigenerando i pensieri e l'attività mentale non rimanendo imprigionati nel corpo e in schemi rigidi.

tasso, noce ed alcune piante da abitazione quali Ficus benjamina che manifesta effetti avversi sul sistema cardio-circolatorio (Nieri e Singhania, 2014). La qualità e l'intensità dell'influenza bioenergetica derivano probabilmente dal contenuto in minerali e bioelementi (polifenoli) che ne costituiscono la struttura. Sulla base di queste conoscenze trova valore la pratica del *tree hugging*, cioè l'abbraccio degli alberi, consuetudine in grado di trasmettere benessere psico-fisico. L'applicazione pratica di questa scoperta si estrinseca nella creazione di parchi bioenergetici in cui vengono predisposte aree di sosta considerate salutari per l'organismo. Un esempio è offerto dal Bosco del Sorriso (Oasi Zegna in provincia di Biella - www.oasizegna.com) che è stato monitorato con il metodo *Bioenergetic Landscape* elaborato dal ricercatore Marco Nieri (www.archibio.it). Lo strumento con cui è possibile eseguire le misurazioni elettromagnetiche ed energetiche, sia in luoghi aperti che all'interno di edifici, è l'**antenna di Lecher** che è uno strumento di misura biofisica. Essa consente di selezionare la lunghezza d'onda del segnale elettromagnetico e di misurarne l'intensità su due distinte polarità magnetiche. Un operatore esperto può misurare accuratamente l'intensità del segnale su ciascuna polarità separatamente ottenendo le migliori informazioni sugli effetti biologici dell'elettromagnetismo. Negli alberi le informazioni specifiche rilevate con l'antenna di Lecher lungo tutta la componente legnosa dimostrano che l'essenza energetica principale dell'albero è concentrata nel tronco. La risposta bioenergetica può





variare in base alle condizioni ambientali, le caratteristiche del suolo, il rapporto con gli alberi vicini ed il clima.

Sono soprattutto le condizioni elettromagnetiche naturali o artificiali nelle quali vive la pianta a determinare la modificazione del suo stato energetico (Mencagli e Nieri. Ed Sperling & Kupfer, 2017). Lo studio bioenergetico delle piante arboree, e non solo, costituisce anche le basi per l'allestimento del verde pubblico, di parchi e giardini bioenergetici e la selezione delle piante per una idonea piantumazione urbana in progetti di "urban forest" disegnati da Stefano Boeri¹ e lo studioso Stefano Mancuso², ma anche per l'allestimento del verde *indoor*.

1-Architetto del "Bosco Verticale" (casa per alberi ed esseri umani - Milano).

2-Direttore del Laboratorio Internazionale di Neurobiologia Vegetale di Firenze - LINV e studioso dell'attività neurologica delle piante.

Movimento e Benessere fisico

L' **attività fisica** è definita dall'Organizzazione Mondiale della Sanità "qualsiasi movimento del corpo eseguito dai muscoli scheletrici che consuma energia", mentre esercizio fisico è "l'attività fisica che ha lo scopo primario di migliorare o mantenere la forma fisica o le prestazioni". L'attività di intensità moderata richiede uno sforzo di grado modesto capace di accelerare la frequenza cardiaca e gli atti respiratori. Effetti benefici per la salute si verificano iniziando con esercizi di respirazione profonda diaframmatica e almeno 150 minuti di attività fisica aerobica a settimana, anche se è possibile ottenere un risultato positivo con tempi inferiori. L'attività fisica è in grado di ridurre tutte le cause di mortalità anche da tumori tanto che è stata definita "miracle cure" da "The Academy of Medical Royal Colleges" (Haseler et al., 2019). Camminare immergendosi in aree di verde

Movimento e Miochine

MIOCHINE

IL-6 (Interleuchina-6) è la prima miochina ad essere identificata. Essa agisce come citochina proinfiammatoria quando è secreta dalle cellule T e dai macrofagi nell'infiammazione. Si comporta invece come miochina antinfiammatoria in grado di regolare processi metabolici quando è prodotta in risposta alla contrazione della muscolatura striata.

IL-8 (interleuchina-8)

IL-10 (interleuchina-10)

IL-15 (Interleuchina-15)

BDNF (Brain Derived Neurotrophic Factor)

Fattore LIF (Leukaemia Inibitory Factor)

FGF-21 (Fibroblast Growth Factor)

Irisina

Mionectina

Miostatina

Musclina

SPARC (Osteonectina)



contribuisce agli effetti salutari sia per una migliore ossigenazione dell'organismo ma anche per la produzione di numerose citochine, denominate miocchine dal Dr. Pedersen (2003), da parte dei miociti dei muscoli scheletrici che si verifica con l'attività aerobica. Esse esercitano funzioni endocrine, autocrine, paracrine, con effetti positivi interagendo con altri organi ed assumendo un ruolo nel metabolismo. Anche camminare a piedi nudi esercita un effetto terapeutico in quanto il contatto con la terra permette all'organismo di caricarsi di ioni negativi, antiossidanti.

Attività delle miocchine

Le **miocchine** sono molecole i cui recettori sono diffusamente presenti nei muscoli, fegato, pancreas, tessuto osseo, cuore, cervello, grasso, cellule immunitarie. Ciò spiega la loro molteplicità di azioni.

Esse esercitano attività endocrina, autocrina, paracrina.

● **attività endocrina**

- a) *regolazione del sistema immunitario e attività antinfiammatoria* (IL-6, IL-8, IL-10, IL-15, LIF);
- b) *regolazione del metabolismo dei lipidi* (IL-6, IL-15, BDNF, FGF21, mionectina, irisina, SPARC) con effetti favorevoli sul grasso viscerale e nella obesità;
- c) *regolazione del metabolismo dei carboidrati* (IL-6, IL-15, irisina, LIF, SPARC) con attività antidiabetica;
- d) *facilitazione dei processi di apprendimento e memorizzazione* (BDNF, irisina);
- e) *regolazione del metabolismo osseo e dell'osteogenesi* (irisina);
- f) *attività cardioprotettiva* (IL-6: è protettiva per stimolazione di breve durata);
- g) azione di *contrasto dell'atrofia muscolare* (musclina);

● **attività autocrina** (attività sulle cellule produttrici) rigenerazione muscolare dopo attività fisica (BDNF)

● **attività paracrina** (attività su cellule vicine) rigenerazione muscolare (LIF)

Attività fisica: potenziali benefici

> *memoria*

- *migliora qualità del sonno*
- < *rischio di depressione e di demenza*

● *regola la pressione art.*

- *migliora funz.respiratoria*
- < *rischio cardiovascolare*

< *rischio di cancro del seno e del colon*

● *regolazione del sistema immunitario*

< *infiammazione cronica*

- < *rischio di Diabete di tipo 2 e Sindrome metabolica*
- *migliora la peristalsi int.*
- *favorisce la produzione di acidi grassi a catena corta (Butirrato) con attività antinfiammatoria*

- *aumenta la densità ossea, contrasta l'osteoporosi,*
- *migliora la forza e l'attività muscolare, riduce il rischio di cadute in individui anziani*

L'attività fisica riduce tutte le cause di mortalità



Forest bathing e Benessere psicologico

Il *Forest bathing* è in grado di produrre effetti rilassanti ed anti stress tanto che le prime ricerche nel settore sono state orientate verso queste specifiche attività. Sono stati quindi sviluppati strumenti idonei a misurare il benessere psicologico delle persone. Molto impiegato è il **questionario POMS** (*Profile of Mood States* = profilo dell'umore) da compilare prima e dopo aver praticato il *Forest bathing* (McNair et al., 1971). Il questionario è stato sottoposto a revisioni e alla riduzione del numero delle domande. Il test viene eseguito prima e dopo il *Forest bathing* e misura stato d'animo e intensità dell'umore (tensione, ansia, depressione, avvillimento, aggressività, etc.). In base al punteggio ottenuto è possibile evidenziare i cambiamenti che si sono verificati dopo un certo tempo (una settimana). I risultati ottenuti sono considerati positivi.

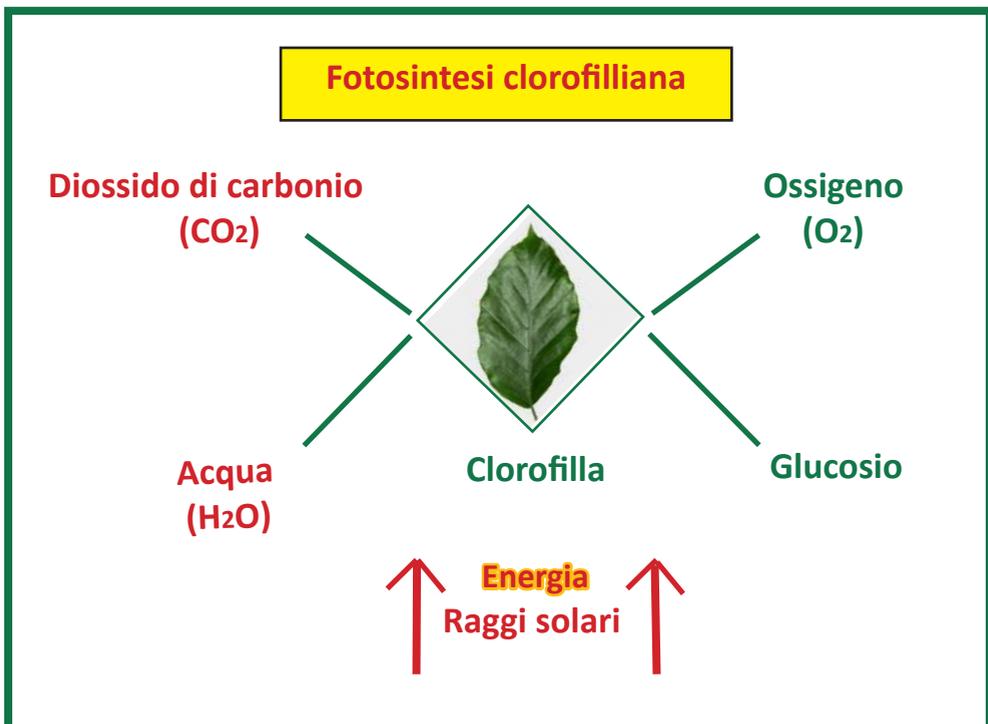


Approfondimenti

■ Fotosintesi clorofilliana

La maggior parte dell'ossigeno presente nell'atmosfera terrestre viene prodotto dalle piante. I vegetali sono in grado di produrre, in modo autonomo, ossigeno e gli zuccheri necessari per il loro nutrimento e come fonte di energia mediante la reazione nota come **Fotosintesi clorofilliana**.

Il processo avviene durante le ore diurne per azione dei raggi solari la cui energia viene immagazzinata ad opera della clorofilla (pigmento di color verde presente nelle cellule vegetali) e convertita in energia chimica. Nella maggior parte delle piante le reazioni chimiche della fotosintesi (Figura) hanno luogo nelle foglie e nelle parti verdi in organuli denominati cloroplasti che sono ricchi di clorofilla. L'anidride carbonica (diossido di carbonio) atmosferica in presenza dei raggi solari reagisce con l'acqua assorbita dalle radici della pianta (acqua metabolica) producendo glucosio ed ossigeno. L'ossigeno viene liberato nell'ambiente circostante mentre il glucosio costituisce il nutrimento necessario alla vita della pianta.



■ **Essenze, Oli essenziali, Aromaterapia**

Quando camminiamo in un bosco avvertiamo particolari odori che gli alberi e le piante emanano in modo peculiare. Ciò che percepiamo con l'olfatto è l'insieme delle sostanze organiche volatili che sono prodotte dalle piante in misura diversa e costituiscono la loro "essenza".

● **Essenze:** sono complesse miscele di differenti composti chimici volatili, lipofili e aromatici prodotti come metaboliti secondari dalle piante e presenti, sotto forma di minuscole goccioline nella parte aerea, soprattutto nelle foglie, nei rami, nella resina e nella corteccia degli alberi, nelle radici, nei petali dei fiori, nella buccia dei frutti. Tali elementi sono solubili in alcol e olio ed insolubili in acqua. Si tratta principalmente di monoterpeni e sesquiterpeni e in misura minore di derivati fenolici appartenenti alla classe dei fenilpropanoidi.

Funzioni dell'Essenza

Le molecole contenute nell'essenza non sono ubiquitarie nei vegetali, quindi non risultano indispensabili per la sopravvivenza.

Le loro funzioni principali sono:

- di riproduzione: attraggono insetti impollinatori.
- di difesa contro erbivori e/o patogeni: molte di queste molecole hanno azione antibatterica e antifungina o sono di sapore sgradevole.
- allelopatica: ostacolano la crescita limitrofa di piante competitive.

Si ritiene inoltre che la produzione dell'essenza da parte di alcuni vegetali abbia uno scopo di riserva. Infatti, al momento del bisogno, la pianta è in grado di attivare vie metaboliche partendo da metaboliti già presenti e accumulati in particolari strutture cellulari utilizzando enzimi promiscui, ovvero che possono accogliere substrati diversi.

● **Oli essenziali:** sono i prodotti derivanti dall'estrazione di sostanze aromatiche dalla matrice vegetale. Nella pratica comune si parla indistintamente di essenza e di olio essenziale anche se, come precedentemente detto, questi termini non sono da considerare equivalenti. A seconda della pianta, l'essenza viene prodotta in distretti diversi (foglie, fiori, frutti, semi, radici e rizomi, corteccia e tronco dell'albero) e viene depositata in apposite strutture o rilasciata direttamente nell'ambiente circostante.

In alcune varietà di alberi come il pino si trovano dotti oleosi o resinosi adatti a raccogliere le essenze o le resine. In alberi come il faggio invece la pianta non accumula l'essenza bensì la rilascia nel momento stesso in cui viene prodotta.

Ogni olio essenziale può contenere oltre 100 composti, appartenenti a classi chimiche diverse: alcoli, aldeidi, chetoni, esteri, fenoli, terpeni ed altre sostanze con differenti proprietà e meccanismi di azione. Le molecole volatili tuttavia sono primariamente composte di terpeni ed includono mono e sesquiterpeni. La gas cromatografia in accoppiamento con la spettrometria di massa (GC-MS) e la ionizzazione elettronica permettono di identificare, caratterizzare e determinare quantitativamente le varie molecole costituenti la miscela complessa.

La composizione di un olio essenziale può variare all'interno della stessa specie botanica e i diversi oli che si ottengono sono detti "a chemiotipo diverso". Per il *Rosmarinus officinalis* ad esempio, si possono ottenere tre diversi chemiotipi: a 1,8-cineolo indicato per le patologie dell'apparato respiratorio, a canfora utilizzabile solo per uso esterno, e a bornil-acetato utilizzabile nei disturbi dispeptici.

Gli oli essenziali possiedono molte proprietà farmacologiche ed in particolare l'azione antinfiammatoria (inibizione del fattore di trascrizione NF- κ B (*Nuclear Factor kappa B*) con conseguente inibizione dell'espressione di citochine pro-infiammatorie) e l'attività antiossidante con riduzione delle ROS (*Reactive Oxygen Species*) e delle RNS (*Reactive Nitrogen Species*).

Da quanto detto deriva che gli oli essenziali con i loro composti attivi possono avere un ruolo per il trattamento di malattie infiammatorie croniche. Fra i composti attivi risultano il sabinene ed il terpinene-4olo (*de Lavour et al. Oxidative Medicine and Cellular Longevity, 2018*). Gli oli essenziali sono anche caratterizzati da attività antimicrobica e antimicotica. Quelli prodotti dalle conifere e dalle piante aromatiche tipiche della macchia mediterranea possono svolgere anche importanti funzioni ecologiche ed essere impiegati nella lotta biologica contro i parassiti e la difesa chimica delle piante per un'agricoltura sostenibile e rispettosa dell'ambiente.

● Aromaterapia

Gli oli essenziali sono utilizzati dalle industrie profumiere, cosmetiche, alimentari, farmaceutiche e in aromaterapia.

Per **aromaterapia** si intende l'impiego degli oli essenziali a scopo terapeutico. Oltre all'attività antimicrobica e balsamica (eucalipto=*Eucalyptus globulus*; pino=*Pinus sylvestris*; cipresso=*Cupressus sempervirens*), conosciute da molto tempo, i preparati hanno anche attività antimicotica, antinfiammatoria e antispastica della muscolatura liscia. Per poter essere utilizzati a scopo medico essi devono essere estratti con metodiche riconosciute, purificati, senza contaminazioni, controllati quantitativamente e standardizzati nei loro costituenti. I metodi di impiego degli oli essenziali più comunemente usati sono l'inalazione (aerosol) e le applicazioni esterne (creme, gel balsamici, fanghi, bagni e impacchi) ed anche soluzioni alcoliche in gocce diluite in acqua, capsule per uso orale, ovuli etc.

Oli essenziali sono stati utilizzati nei trattamenti di sanificazione di ambienti comunitari e ospedalieri per ridurre l'inquinamento ambientale batterico e fungino. La nebulizzazione di miscele selezionate di oli essenziali mediante nebulizzatori ad ultrasuoni è in grado di influire positivamente sull'andamento epidemiologico nelle comunità (Gelmini et al. Terni, 2014). Esiste oggi un crescente interesse sull'utilizzo degli oli essenziali anche in campo oncologico alla ricerca di nuove molecole con attività antitumorale.

Gli oli essenziali sono composti molto potenti e possiedono un basso indice terapeutico; per questo motivo sono alti i rischi di tossicità causati da un incauto uso che può comunque causare effetti tossici, irritativi, sensibilizzanti, fotosensibilizzanti e neurotossici. Pertanto sono in vigore precise disposizioni normative per l'impiego e l'immissione sul mercato delle sostanze (Da: *Il Congresso nazionale per la ricerca sugli oli essenziali. Terni, 14-16 novembre 2014*).

■ Tecniche di estrazione degli oli essenziali

Tecniche di estrazione dalle quali si ottengono gli oli essenziali comprendono: a) la spremitura a freddo; b) la distillazione in corrente di vapore; c) la *Dynamic Branch Enclosure Technique*.

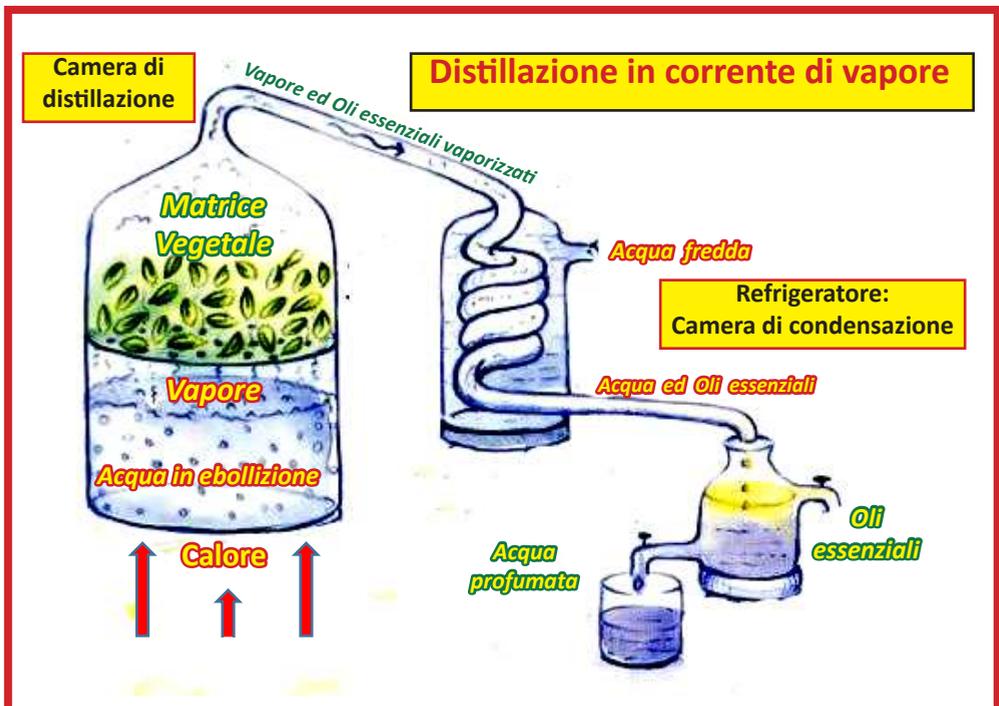
● Spremitura a freddo

È una tecnica di estrazione che si applica esclusivamente ai frutti delle piante del genere *Citrus*. Essa consente di estrarre anche sostanze non volatili, inodori e insapori e sostanze colorate come la clorofilla.

● Distillazione in corrente di vapore

Il processo di estrazione si realizza attraverso tre elementi: le *camere di distillazione* e di *condensazione* ed il *separator*.

Questa modalità di estrazione sfrutta il principio in base al quale la temperatura di ebollizione di una miscela bifasica è inferiore a quella dei singoli componenti; in tal modo i costituenti degli oli essenziali, che hanno temperature di ebollizione comprese tra 160 °C e 260°C, passano in fase vapore a temperature inferiori a 100 °C. Il vapore acqueo che si sviluppa nella camera di distillazione passa attraverso la matrice vegetale adagiata su una griglia (non a contatto



diretto con l'acqua in ebollizione) e, insieme agli oli essenziali vaporizzati, si trasferisce nella camera di condensazione in cui i vapori tornano allo stato liquido, separandosi tra parte oleosa e parte acquosa nel separatore. Quest'ultimo è costituito da una bottiglia fiorentina dalla quale l'olio essenziale viene recuperato per primo e solo successivamente si recupera la parte acquosa che costituisce l'acqua aromatica. L'essenza contenuta nella matrice vegetale subisce inevitabilmente dei cambiamenti più o meno marcati durante il processo estrattivo ed è possibile la formazione di molecole che non sono presenti nella pianta ma si formano durante il processo di distillazione. Un esempio è offerto dall'olio essenziale di camomilla che ha un tipico colore azzurro dato dalla presenza di camazulene. Questa molecola non è presente nella pianta ma si forma durante il processo di distillazione a partire dalla matricina che è un lattone sesquiterpenico che invece è contenuto nel vegetale.

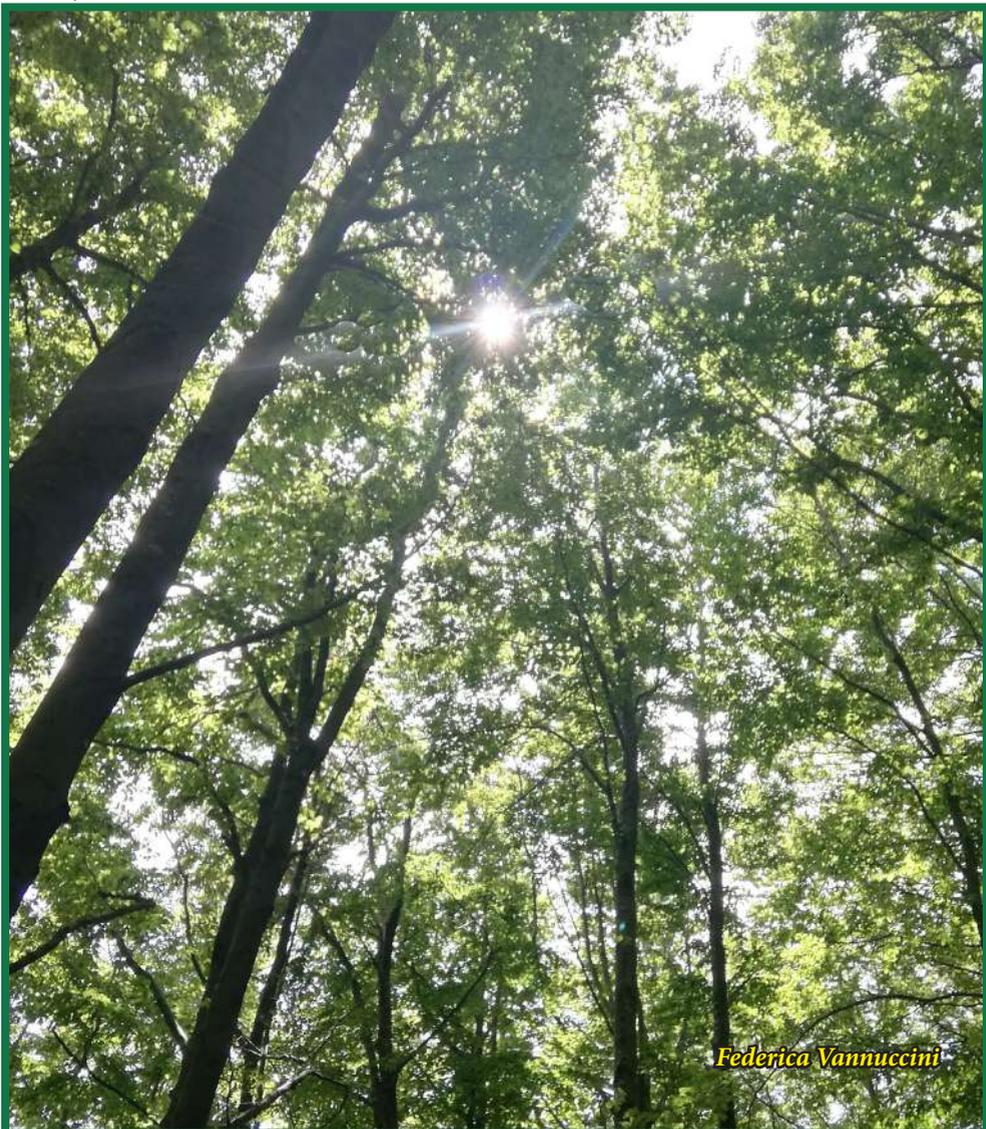
● **Dynamic Branch Enclosure Technique**

È una tecnica che permette di rilevare i composti organici volatili biogenetici (BVOC), quali ad esempio i monoterpeni, prodotti dalle piante. L'apparato è costituito da un contenitore cilindrico trasparente in cui viene racchiuso un ramo da analizzare (da cui il nome "*branch enclosure*") e in cui viene introdotto in maniera

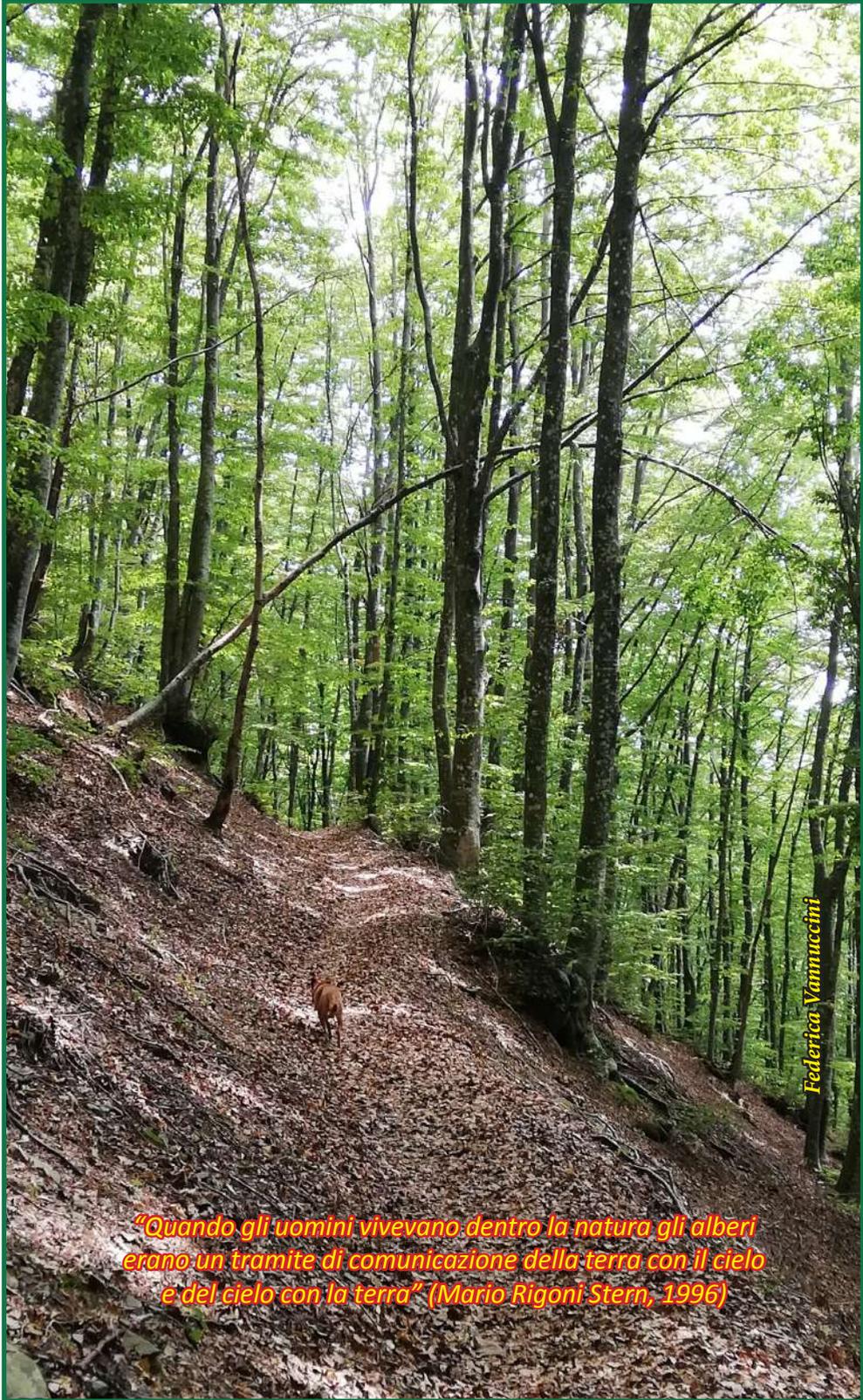


dinamica un flusso di aria preventivamente filtrato, al fine di garantire l'assenza di polveri, ozono e VOC.

L'aria in uscita viene campionata ed analizzata tramite hs-PTR-MS (*high sensitivity-Proton Transfer Reaction-Mass Spectrometry*), una tecnica che permette di quantificare i monoterpeni attraverso una leggera ionizzazione del campione sfruttando il trasferimento di ioni idronio (catione idrossonio = H_3O^+). Successivamente il campione è sottoposto a TD-GC-MS (*Thermal Desorption Gas Chromatography Mass Spectrometry*) per ottenere l'analisi qualitativa dei BVOC emessi. (Demarcke et al., *Atmospheric environment*, 2010).



Federica Vannuccini



Federica Vannuccini

"Quando gli uomini vivevano dentro la natura gli alberi erano un tramite di comunicazione della terra con il cielo e del cielo con la terra" (Mario Rigoni Stern, 1996)

Bibliografia

- Bartolozzi E.** Alimentazione e Ambiente. LILTPrato News, 2013.
- Burlacu et al.** A review of bark-extract mediates green synthesis of metallic nanoparticles and their applications. *Molecules*, 2019.
- Cho et al.** Terpenes from forests and human health. *Toxicol. Res.*, 2017.
- Cosarcă et al.** Spruce and beech bark aqueous extracts: source of polyphenols, tannins and antioxidants correlated to in vitro antitumor potential on two different cell lines. *Wood Science and Technology*, 2018.
- Crowther et al.** Mapping Tree Density at a global scale. *Nature*, 2015.
- de Bont et al.** Ambient air pollution and overweight and obesity in school-aged children in Barcellona. *Environ Int*, 2019.
- de Lavor et al.** Essential oils and their major compounds in the treatment of chronic inflammation (...). *Oxidative Medicine and Cellular Longevity*, 2018.
- Demarcke et al.** Hystory effect of light and temperature on monoterpenoid emissions from *Fagus sylvatica* L. *Atmosferic Environment*, 2010.
- de Tilla e Militerni.** L'inquinamento indoor. Ed UTET, 2019.
- Dindorf et al.** Emission of monoterpenes from european beech -*Fagus sylvatica*- as a function of light and temperature. *Biogeosciences Discussions*, 2005.
- Dindorf et al.** Significant light and temperature dependent monoterpene emissions from European beech (...). *J Geoph Res: Atmospheres*, 2006.
- Durrant et al.** *Fagus sylvatica* in Europe: distribution, habitat, usage and threats. In: Ayanz et al. *European Atlas of Forest tree species*, 2016.
- European Environment Agency.** Air quality in Europe - 2019 report.
- Frederich et al.** In vitro anticancer potential of tree extracts from the Walloon Region Forest. *Planta medica*. 2009.
- Gelmini et al.** Studio clinico dell'efficacia igienizzante della diffusione di oli essenziali in ambienti ospedalieri: ripercussioni sulla terapia farmacologica. Terni, 2014.
- Giacchè e Benelli.** *Camminare per la salute*. Ed LILT-Prato, 2020.
- Giacchè e Benelli.** *La camminata*. Ed LILT-Prato, 2020.
- Haseler et al.** Promoting physical activity to patients. *BMJ*, 2019.
- Hesse Herman.** *Il canto degli alberi*. Ed. Ugo Guanda, 1992.
- Hofmann et al.** The high-performance liquid chromatography/multistage electrospray mass spectrometric investigation and extraction optimization of beech-*Fagus sylvatica*- bark polyphenols. *J Chrom*, 2015.

- Hofmann et al.** Antioxidant efficiency of Beech (*Fagus sylvatica* L.) bark polyphenols assessed by chemometric methods. *Industrial Crops & Products*, 2017.
- Hofmann et al.** Leaf polyphenols as indicators of climatic adaptation of beech (...). *International Labmate*, 2017.
- Holze.** Terpene emissions from european beech. *Journal of atmospheric chemistry*, 2006.
- Hunter et al.** Urban nature experiences reduce stress (...). *Frontiers Psychol*, 2019.
- Leon-Ariza et al.** A systematic review of myokines and metabolic regulation. *Apunts -Med Esport*, 2018.
- Lim et al.** Mediterranean Diet and the association between air pollution and cardiovascular disease mortality risk. *Circulation*, 2019.
- Llusia e Penuelas.** *Pinus halepensis* and *Quercus ilex* terpene emission as affected by temperature and humidity. *Biologia Plantarum*, 1999.
- Mancuso S.** *La Nazione delle Piante*. Ed. Gius. Laterza, 2019.
- Manole et al.** Myokines as possible therapeutic targets in cancer cachexia. *J Imm Res*, 2018.
- Marcio et al.** Cardiovascular effects of monoterpenes: a review. *BJP*, 2011.
- McNair et al.** *Manual for the profile of mood states*. San Diego, CA: Educational and industrial testing services, 1971.
- Mencagli e Nieri.** *La terapia segreta degli alberi*. Ed. Sperling & Kupfer, 2017.
- Moody et al.** Association of prenatal and perinatal exposures to particulate matter with changes in hemoglobin A1c levels in children aged 4 to 6 years. *JAMA Netw Open*, 2019.
- Nicu et al.** The European beech leaves extract has an antibacterial effect by inducing oxidative stress. *Romanian Biotechnological Letters*, 2016.
- Nieri e Singhania.** Bioenergetic landscapes - reduce stress and restore health using electromagnetic properties of plants. 4° ISOFAR Scientific Conference, Istanbul, 2014.
- Packhman et al.** Biological flora of the British isles: *Fagus sylvatica*. *J Ecology*, 2012.
- Phillips Roger.** *Riconoscere gli alberi*. De Agostini, 2019.
- Pirvu et al.** Comparative analytical and antioxidant activity studies on a series of *Fagus sylvatica* L. leaves extracts. *J Plan Chromatography*, 2013.
- Position Paper.** *Studio della Società Italiana di medicina ambientale e*

delle Università di Bari e di Bologna sull'effetto dell'inquinamento da particolato atmosferico e la diffusione di virus nella popolazione. Ed. 2020.

Qing Li et al. Relationships between percentage of forest coverage and standardized mortality ratios of cancers in all Prefectures in Japan. *The Open Public Health Journal*, 2008.

Qing Li. Effect of forest bathing trips on human immune function. *Environ Health Prev Med.*, 2010.

Qing Li. *Shinrin-yoku: The art and science of Forest-Bathing.* Penguin Books Ltd, London, 2018.

Re Cecconi et al. Musclin, a myokine induced by aerobic exercise, retards muscle atrophy during cancer cachexia in mice. *Cancers*, 2019.

Reich e Schibli. *HPTLC for the analysis of medicinal plants.* Thiem Medical Publishers, 2008.

Rigoni Stern Mario. *Arboreto salvatico.* Ed. Einaudi, 1996.

Ripple et al. World Scientists' Warning of a climate emergency. *BioScience*, 2019.

Roger Ulrich. View through a window may influence recovery from surgery. *Science*, 1984.

Rozencwajg Joe. *Dynamic gemmotherapy. Beyond gemmotherapy, Vol. 1.* Lulu, 2016.

Ryu et al. Sabinene prevents skeletal muscle atrophy by inhibiting the MAPK-MuRF-1 pathway in rats. *Molecular Sciences*, 2019.

Strauss Markus. *La farmacia del Bosco.* Ed Il Punto d'Incontro, 2018.

Tanase et al. Study of the ultrasound-assisted extraction of polyphenols from beech (*Fagus sylvatica*) bark. *Bioresources*, 2018.

Tanase et al. Biological and chemical insights of beech (*Fagus sylvatica* L.) bark: a source of bioactive compounds with functional properties. *Antioxidants*, 2019.

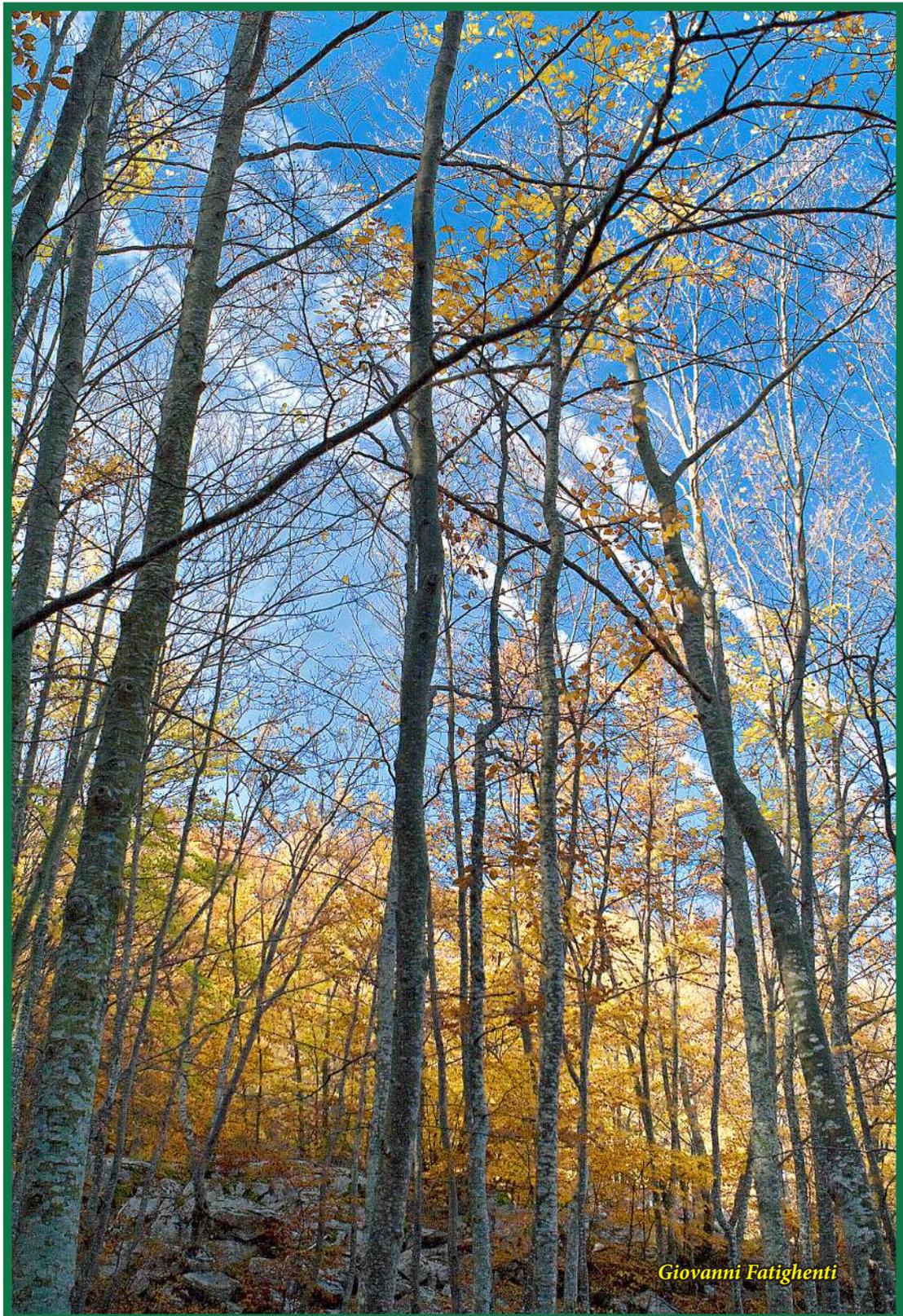
Tanase et al. Investigation of in vitro antioxidant and antibacterial potential of silver nanoparticles obtained by biosynthesis using beech bark extract. *Antioxidants*, 2019.

Triassi et al. Inquinamento dell'aria ed effetti di danno sulla salute. In: de Tilla e Militerni. *L'inquinamento indoor.* Ed UTET, 2019.

Valente et al. Antifungal, antioxidant and antinfiammatory activities of *Oenanthe crocata* L. essential oil. *Food and Chemical Toxicology*, 2013.

Valussi Marco. *Il grande manuale dell'aromaterapia.* Ed. Tecniche Nuove, 2013.

www.tree-guide.com - www.universoalpino.com



Giovanni Fatighenti



Hanno collaborato alla pubblicazione:

-**la LILT Sezione di Prato:** Elena Cecchi, Daniela Giacchè, Stefania Capecci, Costanza Fatighenti, Benedetta Marchesini, Federica Vannuccini, Martina Antenucci, Martina Gianassi

-**il Laboratorio galenico della Farmacia Balducci (Calenzano):**
Ferruccio Balducci, Erika Oriolo, Beatrice Picchi

-**Passione e Natura:** Enrico Cecchi, Cinzia Gianassi. Riserva naturale Acquerino-Cantagallo. enrico.cecchi@gmail.com

-**Credits fotografici:** Giovanni Fatighenti, Federica Vannuccini, Enrico Cecchi

*Copia non in commercio a cura della LILT Sezione di Prato
scaricabile dal sito www.legatumoriprato.it*





Giovanni Fatighenti