

LE PIANTE PER IL MIGLIORAMENTO  
DELL'AMBIENTE URBANO

1. *Premessa*

Gli agglomerati urbani, nei quali vive la maggior parte della popolazione, sono ormai da considerare, in misura tanto più elevata quanto più sono estesi, ecosistemi a ridottissimo grado di naturalità, instabili, nei quali assumono grande rilevanza le componenti abiotiche. La componente biotica costituita dalle piante è in genere rappresentata su superfici modeste per cui può assicurare solo un contributo trascurabile ai fini della qualità delle condizioni di vita nelle città. Queste ultime fanno registrare una densità demografica molto elevata, dipendenza pressoché totale dagli input esterni, rilevante produzione di rifiuti, importanti alterazioni della configurazione planovolumetrica delle superfici, caratteristiche microclimatiche meno favorevoli per l'uomo rispetto a quelle rilevate nelle aree extraurbane, cospicue emissioni di inquinanti che alterano i parametri fisici e chimici e quindi il grado di salubrità dell'aria con grave pregiudizio per l'uomo e per le stesse piante. Le alterazioni sono tanto più vistose quanto più ridotti sono gli spazi destinati a verde all'interno del perimetro urbano e più elevato il rapporto tra le superfici edificate e quelle delle aree circostanti, comprese quelle agricole, comunque ricoperte da vegetazione.

Il ruolo di questi spazi ai fini di preservare e migliorare la qualità dell'ambiente urbano per converso è sempre più rivalutato grazie anche ad una più spiccata sensibilità "ecologica" ed alla

maggiore consapevolezza che le funzioni del "verde" sono tanto più utili quanto più ci si riferisce a contesti fortemente antropizzati. Sempre più radicato è il convincimento che le piante verdi siano essenziali non solo come produttrici di sostanza organica indispensabile per gli animali, ma perché operano a favore dell'uomo attraverso il filtraggio dell'aria, la regimazione delle acque, la regolazione del ciclo degli elementi minerali, il miglioramento del clima, il monitoraggio dei parametri ambientali e molte altre funzioni che hanno rilevanza, più o meno direttamente, anche ai fini del benessere psichico (Accademia dei Georgofili, 1994). Tale convincimento trova riscontro nei dati sempre più numerosi e specifici circa i rapporti di causa e di effetto tra la presenza di piante verdi e gli standard di qualità ambientali.

## *2. Caratteristiche dell'ambiente urbano*

L'ambiente urbano esprime modificazioni più o meno rilevanti ma sempre significative dei parametri dell'aria relativamente a temperatura, umidità atmosferica, rumori, concentrazione di particolati e di gas originati soprattutto dalla incompleta combustione degli idrocarburi nei motori a scoppio.

Con riferimento alla temperatura è ben noto che la città può essere considerata una "isola di calore" nella quale i valori della temperatura superano di alcuni gradi quelli che si registrano all'esterno del perimetro urbano. La formazione dell'isola di calore è dovuta in parte al bilancio radiativo alterato anche in conseguenza degli apporti di energia necessari per il riscaldamento, per le stesse attività artigianali o industriali. Il livello termico più elevato che si raggiunge in città è dovuto anche ad altre cause ancorché la radiazione che raggiunge il suolo si riduca anche del 20% per via della torbidità dell'aria e l'albedo sia di norma maggiore: la temperatura risulta significativamente più elevata in quanto le strutture murarie delle strade e degli edifici costituiscono una

vera e propria "trappola per radiazioni".

L'aumento della temperatura dell'aria in città, variabile con le stagioni e con l'ora del giorno, è dell'ordine di alcuni gradi. Con riferimento alle temperature minime medie, ad esempio, per Roma si ha una differenza di 4,3°C in luglio e 2,5°C in gennaio, valore quest'ultimo molto simile (2,4°C) a quello riscontrato nel trimestre invernale per Milano (Pagliari, 1989). Secondo Lanphear (1971) la temperatura media dell'aria nelle città è da 1,5 a 2,5°C superiore a quella dell'ambiente circostante ma la differenza può raggiungere anche i 5°C ed in condizioni particolari può superare i 15°C. La rilevanza pratica di siffatte differenze emerge in maniera evidente ove si consideri che per ogni grado di latitudine la temperatura cresce da Nord a Sud secondo un gradiente che è compreso da 1 a 0,3°C a seconda che ci si riferisca a zone lontane o prossime al mare o ad altri estesi specchi d'acqua.

Nel determinismo dei valori termici che si raggiungono in città e quindi delle differenze rispetto alle aree esterne al perimetro urbano assume rilievo anche l'esposizione degli edifici: si ha notizia che nel mese di agosto nella Columbus Avenue di New York siano state registrate differenze nella temperatura massima fino a 10°C (32 contro 42°C) tra lato est ed ovest della stessa strada (Bassuk e Witlow, 1987).

Nell'ambiente urbano, inoltre, a causa dell'isola di calore e dei moti convettivi che ne conseguono, nonché della più elevata presenza di nuclei di condensazione, le precipitazioni superano in media del 10% quelle delle aree rurali circostanti. L'umidità relativa è invece più contenuta per la notevole ampiezza delle superfici impermeabili (tetti, terrazze, pavimenti stradali) per cui le acque meteoriche evaporano piuttosto rapidamente o sono smaltite attraverso il sistema fognario. Nella città di New York è stato accertato, a parità di ogni altra condizione, che il valore della umidità relativa lungo la Columbus Avenue oscilla nelle calde giornate estive tra il 10 ed il 20% contro il 40% registrato a

Central Park, il grande polmone verde della metropoli statunitense (Bassuk e Witlow, 1987).

Altra condizione poco favorevole nell'ambiente urbano è data dal cosiddetto inquinamento acustico: nelle moderne città industriali, dominate dalle macchine, il rumore supera ordinariamente i limiti di nocività a livello fisico ma anche psichico. È stato accertato che nel centro cittadino di Milano per gran parte del giorno il rumore si attesta su valori di 80-90 decibel, sufficienti a provocare seri disturbi sia psichici che neurovegetativi (Arpini, 1990).

Ulteriori modificazioni di segno negativo della qualità dell'aria in ambiente urbano possono essere determinate dalla elevata concentrazione di inquinanti. Le principali sorgenti di inquinamento sono rappresentate dagli impianti di riscaldamento, dal traffico veicolare, dalle attività artigianali e di piccole industrie e talora da grandi complessi industriali ubicati anche in prossimità di aree intensamente edificate.

La concentrazione di inquinanti nell'atmosfera dipende dal bilancio tra la loro produzione ed il loro allontanamento a mezzo della circolazione dell'aria. In città i movimenti dell'aria avvengono con difficoltà per cui si può incorrere in gravi rischi per la salute umana e per la stessa funzionalità e sopravvivenza delle piante. A quest'ultimo proposito viene riferito che il 50% degli esemplari di specie arboree ornamentali impiantati annualmente nella città di New York muore nei successivi dieci anni, proprio a causa delle condizioni di stress cui le piante restano sottoposte (Bassuk e Witlow, 1987).

### *3. Le funzioni del verde*

Le possibilità di miglioramento degli alterati parametri ambientali a mezzo delle piante sono evidentemente collegate alla tipologia dello spazio a verde, in particolare alla superficie occupata, alla dislocazione, alle caratteristiche ed ai criteri d'im-

piego delle piante stesse.

Con riferimento al primo aspetto è intuitivo che le funzioni di biomitigazione ambientale delle piante si esprimono meglio per il verde "progettato", sebbene tutto il verde gioca in tal senso un ruolo più o meno significativo sia che si tratti di verde pubblico che privato, di parchi, di piccoli spazi, di verde storico, ricreativo, ecc. Accanto a questo la città può ospitare verde di interesse marginale o che può addirittura esercitare effetti ambientali negativi. Un esempio è quello del verde "occasionale" che si insedia spontaneamente, spesso in siti dove la sua presenza può costituire un problema: il cosiddetto "verde ruderale" può, ad esempio, accelerare il degrado di fabbricati, monumenti ed altri manufatti. Altra espressione del verde che ha significato ambientale trascurabile se non negativo è rappresentato dal cosiddetto "verde di risulta" che consegue all'abbandono di aree comprese nel tessuto urbano, in passato destinate a fini produttivi agricoli, ora rinserrate tra gli edifici, di ampiezza variabile; esse sono quasi sempre il risultato di una disorganica pianificazione urbanistica, talora abbandonate in attesa di destinazioni alternative più remunerative.

Le tipologie di verde più funzionali a fini di biomitigazione sono pertanto quelle progettate ad hoc, tanto più rispondenti allo scopo quanto più elevata è la relativa ampiezza unitaria e complessiva. In questa prospettiva è particolarmente preoccupante il fatto che, a oltre 30 anni dall'emanazione del Decreto Interministeriale 1444 del 2.4.1968 che fissava per il verde i parametri minimi da osservare nella pianificazione urbanistica, siano ancora poche le città che dispongono di quei 9 m<sup>2</sup> di spazi a verde per abitante che all'epoca erano considerati il minimo inderogabile per trarre profitto da una o più delle funzioni - estetico-paesaggistica, ricreativo-sociale e di biomitigazione - esercitate dal verde.

### 3.1. Funzione estetico-paesaggistica

Essa trova la sua espressione più compiuta nella realizzazione dei giardini a mezzo dei quali, sin dall'antichità più remota, l'uomo si è circondato del verde per scopi diversi, tra i quali figura il miglioramento della valenza estetica dei luoghi più prossimi alla propria abitazione. Giardini a parte, anche piante singole o gruppi opportunamente inseriti nell'ambiente possono esprimere un valore estetico notevole. Al riguardo può essere ricordato, per l'ambiente mediterraneo, il significativo rilievo paesaggistico determinato da piante esotiche ornamentali che introdotte nel passato punteggiano oggi il territorio (es. palme, buganvillea, agave, ecc.) mescolandosi a specie di interesse agrario (agrumi, olivi, mandorli, vite, ecc.).

### 3.2. Funzione ricreativa

La funzione ricreativa è ancorata, oltre che alla valenza estetica delle piante, al piacere che si prova nella realizzazione e/o nella utilizzazione di spazi a verde (Driver e Rosenthal, 1978).

Alla funzione ricreativa si collega quasi sempre una finalità *sociale e/o terapeutica*. L'esempio più immediato è dato dai cosiddetti orti sociali; in termini più generali si entra nell'ambito della "*Sociohorticulture*", cioè di un settore disciplinare e professionale che tende ad affermarsi sempre più e che riguarda le attività legate alla utilizzazione di piante ortoflorofrutticole per dare riscontro, accanto a quelle legate alle funzioni alimentare, ecologica ed ambientale, alle esigenze di carattere non materiale attinenti alla vita culturale e spirituale dell'uomo (Zhou, 1995). Entro i confini della "*Sociohorticulture*" viene ricondotta anche l'orticoltura a fini terapeutici (*horticultural therapy*): da tempo è stato infatti riconosciuto al contatto diretto con le piante una valida azione curativa. Le possibilità di alleviare i disagi di persone affette da disturbi nervosi o portatori di handicap fisici

sono tanto maggiori quanto più a lungo il paziente può restare in contatto con le piante (*horticultural therapy*).

La presenza del verde negli spazi urbani consente in definitiva di riproporre, anche ai nostri giorni, l'antico e vivificatore rapporto fra uomo e pianta, spesso compromesso o addirittura distrutto non solo dalla urbanizzazione, ma anche dai collegati modelli di vita. Si tratta di un rapporto che se può essere ricostruito facilmente da alcune categorie sociali più favorite - in questa chiave va letta la larga propensione per una edilizia residenziale che prevede la disponibilità di spazi a verde o la spinta alle seconde case - risulta precluso per quelle categorie svantaggiate o socialmente (es. anziani) o fisicamente (es. non deambulanti), che invece potrebbero acquisire i maggiori vantaggi dalla ricostruzione di questo rapporto (Dwyer, 1982).

### 3.3. Funzione di biomitigazione

Tale funzione appare quella più ricca di prospettive in rapporto alle peculiari caratteristiche dell'ambiente urbano e per molti aspetti insopprimibile. Essa si esplica soprattutto attraverso le modificazioni del microclima: l'isolamento acustico e visivo; la riduzione dell'inquinamento.

\* \* \*

Il ricorso alla vegetazione per regolare il microclima è molto antico quanto meno per ciò che riguarda gli effetti dell'ombreggiamento. Plinio il Vecchio nella sua *Storia Naturale* ricorda che l'utilità del platano è legata alla sua ombra poiché "per nient'altro quest'albero è utile se non perché ripara dal sole d'estate e lo lascia passare in inverno".

L'ombreggiamento si traduce in una riduzione della temperatura dell'aria determinata anche dalla evapotraspirazione; gli effetti sono ovviamente tanto più manifesti quanto più estesa è la

copertura a verde che traspira.

La funzione di contenimento delle temperature ad opera del verde risulta particolarmente vantaggiosa nell'ambiente urbano dove i livelli termici, superiori rispetto a quelli delle aree limitrofe, possono essere abbassati per effetto delle sole alberature stradali di circa 3-5°C (Lanphear, 1971). Rilievi effettuati nel grande parco del giardino zoologico di Berlino, esteso oltre 200 ettari, hanno registrato scarti della temperatura di 5°C e talvolta anche superiori a 7°C fra le zone interne del parco e quelle adiacenti (Alessandro et al., 1987).

La traspirazione e quindi la possibilità di sottrarre calore all'aria circostante è naturalmente differente in funzione delle specie. I valori della traspirazione durante i mesi estivi di alcuni arbusti diffusi nell'ambiente mediterraneo ed utilizzati per le sistemazioni a verde, sono stati determinati, nel corso di nostre ricerche, tra 229 e 1686 g d<sup>-1</sup> m<sup>-2</sup> rispettivamente in *Eleagnus pungens* e in *Lantana camara* (fig. 1). In termini di calore necessario per il passaggio di stato fisico di tali quantità di acqua i corrispondenti valori risultano pertanto compresi nell'ordine tra 133 e 978 kcal d<sup>-1</sup>m<sup>-2</sup> (Leonardi e Romano, 1998). Altri fattori che influenzano la traspirazione sono la disponibilità idrica del substrato e l'indice di copertura della vegetazione. In condizioni di disponibilità idrica nel substrato prossima al punto di appassimento l'intensità di traspirazione si è ridotta nella media delle specie fino al 37% di quella massima. Le variazioni del grado di copertura, conseguenti all'aumento da 8 a 15 ed a 30 del numero di individui sul metro quadrato di superficie, in rapporto a tre specie (*Nerium oleander*, *Pittosporum tobira* e *Viburnum odoratissimum*), hanno comportato in media una riduzione del 26% dell'intensità di traspirazione ma un corrispondente incremento del 167% della quantità di acqua ceduta riferita al metro quadrato di superficie, fino ad arrivare a valori prossimi a 3000 g d<sup>-1</sup>m<sup>-2</sup> di superficie coperta per un equivalente calorico di oltre 1800 kcal d<sup>-1</sup> m<sup>-2</sup> (Leonardi e Romano, 1998).

Per la quantificazione degli effetti della vegetazione sui parametri climatici vengono sempre più proposti appositi modelli. Negli Stati Uniti ne è stato così messo a punto uno per calcolare l'attenuazione dei valori della temperatura estiva in funzione della vegetazione ornamentale (Huang et al., 1987). Attraverso tale modello si è pervenuti alla conclusione che è possibile ottenere un risparmio dell'energia necessaria per il condizionamento termico estivo fra il 40% a Sacramento ed il 25% a Phoenix; a parità di superficie a verde, inoltre, tale risparmio sale al 50 ed al 33% nell'ordine, se si realizza una distribuzione delle piante più favorevole ai fini dell'ombreggiamento degli edifici; l'ombreggiamento inciderebbe sull'economia di energia per una quota variabile dal 10 al 30%. Con riferimento ad un singolo edificio, la presenza di vegetazione può determinare riduzioni medie della temperatura diurna a livello della superficie del fabbricato superiori anche a 10°C (Alessandro et al., 1987).

\* \* \*

L'attenuazione degli effetti dei rumori può essere ottenuta con le cosiddette "barriere" rappresentate da ostacoli di altezza tale da modificare la propagazione delle onde sonore. Le barriere vegetali sono in grado di determinare una riduzione del rumore di circa 0,3 decibel (dB) per metro di spessore (Grossoni, 1993). L'effetto dipende soprattutto dalle caratteristiche delle specie oltre che dal tipo di rumore. Con riferimento alle prime è stato osservato che l'efficienza delle diverse specie dipende dalle dimensioni delle foglie, dal portamento, dallo stadio di sviluppo. In relazione a tali caratteristiche è stato dimostrato che un esemplare di *Acer pseudoplatanus* è in grado di determinare una riduzione del rumore di 10-12 dB, *Betula pendula* o *Tilia cordata* di soli 4-6 dB. In relazione al tipo di rumore è stato riscontrato che l'attenuazione di un suono a bassa frequenza è favorita dalla distanza tra i singoli alberi della barriera in modo da creare una

sorta di "trappola" per il suono, mentre quella dei suoni ad alta frequenza dalle caratteristiche del singolo albero, quali il fogliame minuto e compatto; in particolare le foglie aghiformi delle conifere sono in grado di smorzare le onde più corte dei suoni ad alta frequenza (Mecklenburg et al., 1972). E' stato messo in evidenza che le piante possono attenuare i suoni ad elevata frequenza in misura maggiore rispetto a quelli a bassa frequenza. L'orecchio umano è più sensibile ai primi, per cui le piante sono in grado di intervenire selettivamente sulle frequenze più dannose. Cook (1978) riporta che barriere di alberi larghe 30 metri ed alte 15 metri possono ridurre il livello del rumore proveniente da una autostrada fino a circa 10 dB; valori di 6 e 8 dB sono più frequenti.

La realizzazione di barriere insonorizzanti affidata solo ai vegetali, alla luce anche delle indicazioni prima riportate, non è in genere praticabile nell'ambiente urbano per esigenze legate alla utilizzazione degli spazi (Mecklenburg, 1972).

Le barriere verdi risultano assai utili anche per creare un "isolamento visivo" che è molto importante non solo per ragioni estetiche ma anche per motivi pratici. Dal punto di vista estetico può essere qui ricordata come esempio la funzione svolta a questo fine dalle siepi nel giardino formale all'italiana: sotto il profilo "pratico", o meglio utilitaristico, va ricordata la funzione delle siepi autostradali spartitraffico nella schermatura dei fari dei veicoli che procedono su opposte corsie.

\* \* \*

Le possibilità di contenere a mezzo del verde i livelli di inquinamento ambientale, soprattutto dell'aria, presentano interessanti prospettive a condizione che si faccia riferimento a piante in grado a loro volta di tollerare gli inquinanti che debbono essere immobilizzati ed a superfici ricoperte da vegetazione quanto più possibile estese.

L'inquinamento dell'aria è definito dalla legge n. 289 del 1982 come "l'introduzione nell'atmosfera da parte dell'uomo, direttamente o indirettamente, di sostanze o di energia che abbiano effetti nocivi, che possono mettere in pericolo la salute dell'uomo, danneggiare le risorse biologiche e gli ecosistemi, deteriorare i beni materiali e nuocere ai valori ricreativi ed ad altri usi legittimi dell'ambiente". Il grado di inquinamento è stabilito sulla base della differenza di concentrazione di ciascun inquinante rispetto ai valori accertati per l'aria "non inquinata" prelevata in zone lontane dalle sorgenti di inquinamento.

Un primo effetto indiretto delle piante sulla concentrazione di inquinanti è riconducibile alla riduzione dei movimenti dell'aria, ciò che favorisce la caduta al suolo delle particelle sospese. Un secondo effetto fa riferimento alla immobilizzazione per tempi più o meno lunghi, basata su meccanismi fisici o chimici, di alcuni metalli pesanti o di altri inquinanti. E' stato calcolato, ad esempio, che un esemplare di *Acer saccharum* sia in grado di rimuovere nel corso di una stagione vegetativa 60 mg di cadmio, 140 mg di cromo, 5.8 g di piombo e 820 mg di nichel (Lorenzini, 1983). Per quanto riguarda i metalli pesanti, Kovacs et al. (1982) hanno registrato un comportamento diversificato fra le specie. *Ailanthus glandulosa*, ad esempio, si è dimostrata capace, in ambiente urbano, di accumulare una quantità di inquinanti dieci volte superiore al contenuto riscontrato nelle piante presenti in aree agricole; in *Platanus acerifolius*, invece, le differenze sono state più contenute. Il risultato mette in evidenza una effettiva diversificata capacità di rimozione dei inquinanti ove si consideri che la concentrazione dei metalli pesanti nella zona agricola non inquinata era praticamente uguale.

Sempre con riferimento ai metalli pesanti, ed in particolare al piombo ed al cadmio, nostre ricerche, condotte su diverse specie ornamentali utilizzate nella città di Catania, hanno messo in luce come la concentrazione di piombo nelle lamine fogliari di piante presenti in zone ad intenso traffico veicolare rispetto a quella

accertata per piante lontane da fonti di inquinamento sia pari a circa 90 volte per *Pittosporum tobira* contro 36 di *Nerium oleander*: per il cadmio invece la capacità di rimozione è stata pari a 9.6 volte in *N. oleander* ed a soli 2,1 in *Pinus halepensis* e *Tilia cordata* (tab. 1) (Romano e Abate, 1995).

Il contenuto in piombo varia fortemente in rapporto alle specie saggiate ed oscilla, a parità di ogni altra condizione, tra 4 ed oltre 90 ppm sul peso secco (fig. 2). La immobilizzazione dell'elemento è apparsa in elevata misura determinata dal deposito dei particolati sulla superficie delle foglie dove questi vengono trattenuti per tempi più o meno lunghi. Altri meccanismi sembrano comunque intervenire nel determinismo del fenomeno. Il contenuto in piombo nei tessuti delle diverse specie si è rivelato infatti in qualche misura disancorato dalla superficie sviluppata dalle foglie per unità di peso; del resto significative quantità del metallo sono state riscontrate nei rami privati di tessuti corticali, quasi sicuramente dovute ai processi di assorbimento e di traslocazione da parte delle radici ed al successivo accumulo. Indipendentemente dai meccanismi implicati, le ricerche condotte hanno messo in evidenza come alcune specie ornamentali comuni in ambiente mediterraneo siano in grado di immobilizzare, per metro cubo di chioma, il piombo ed i particolati contenuti in 6 m<sup>3</sup> di aria fortemente inquinata; in particolare i valori registrati per il pino (*Pinus halepensis*) - pari a 48,7 g di particolati ed a 63,2 mg di piombo per metro cubo di chioma - consentono la immobilizzazione degli inquinanti presenti rispettivamente in 12 e 16 m<sup>3</sup> di aria fortemente inquinata (tab. 2) (La Malfa et al., 1996).

Determinazioni analitiche della capacità di assorbimento di specie diverse nei confronti di SO<sub>2</sub>, NO<sub>2</sub> e O<sub>3</sub>, sia in mescolanza tra loro che singolarmente, hanno fatto rilevare l'elevata capacità di trattenuta di SO<sub>2</sub> da parte delle conifere (Elkiey et al., 1982).

I dati disponibili sulla riduzione della concentrazione di polutanti nell'aria determinata dalle piante non sono però ancora

sufficienti a definire un quadro di riferimento che possa orientare con certezza ai fini di una gestione degli spazi a verde funzionale all'obiettivo indicato. In ogni caso l'efficienza delle piante appare legata, oltre che alla superficie sviluppata dalla chioma, alle caratteristiche morfologiche ed anatomiche, quali soprattutto la densità e la disposizione delle foglie (La Malfa et al., 1996) e la densità stomatica (Smith, 1978). Accanto alla capacità di accumulare inquinanti e di traslocarli nei tessuti anche la tolleranza delle specie ai diversi inquinanti è un parametro da tenere in considerazione. In particolare il meccanismo che è alla base di tale tolleranza andrebbe attentamente studiato per potere comprendere se e come si possa fare riferimento alla pianta che lo esprime ai fini del miglioramento dei parametri ambientali. De Santo e altri (1976) hanno trovato che le piante erbacee sono più efficienti nella rimozione dei inquinanti gassosi rispetto alle specie arboree e che la porzione superiore della chioma, forse per la sua maggiore funzionalità, riesce a rimuovere una maggiore quantità di inquinanti.

Le condizioni d'impiego delle piante sono altrettanto importanti: intuitivo rilievo assumono sia il numero di individui che la loro disposizione relativa rispetto alla sorgente di inquinamento ed alla direzione e velocità del vento. I massimi benefici della vegetazione sulla "qualità dell'aria" si ottengono in ultima analisi se la disposizione e l'organizzazione del verde rispondono a criteri funzionali allo scopo. Importante è in questo caso la densità d'impianto: le barriere verdi, infatti, devono opporre ai inquinanti una adeguata massa fogliare filtrante, ma nel contempo devono lasciarsi attraversare dai venti per evitare fenomeni di turbolenza. Una barriera vegetale di media densità è infatti più efficiente nella rimozione di inquinanti gassosi, mentre una più densa è più efficiente nei confronti dei particolati (Miller, 1988).

In tema di controllo dell'inquinamento attraverso le piante un richiamo merita la questione relativa alla possibilità di rimozione dagli ambienti domestici di sostanze più o meno tossiche, quali

formaldeide e benzene. L'impiego di alcune piante da appartamento è riconosciuto come una valida possibilità per ridurre la concentrazione di tali inquinanti (Wolverton et al., 1984). Sotto questo profilo fra le piante ritenute più efficienti, anche a seguito delle ricerche condotte dalla NASA in relazione al disinquinamento dell'aria nelle navicelle spaziali, ve ne sono diverse utilizzate comunemente nei nostri appartamenti (es. chamaedorea, dracena, sansevieria, spathiphyllum).

Un ultimo aspetto riguardante la funzione delle piante nel controllo dell'inquinamento riguarda l'impiego di alcune specie che per la loro specifica sensibilità nei confronti di alcuni inquinanti possono risultare utili per il monitoraggio biologico (bioindicatori). Un gruppo di vegetali bioindicatori è costituito dai licheni corticicoli; essi sono infatti assai sensibili all'inquinamento atmosferico al punto che il "deserto lichenico" (la scomparsa assoluta di tutti i licheni) è un indice di inquinamento molto elevato, soprattutto di quello legato alla presenza di SO<sub>2</sub>. Anche alcune piante superiori per la loro sensibilità possono essere utilizzate per il biomonitoraggio; il pino domestico è ad esempio indicatore della presenza di acido fluoridrico, il tabacco e l'acero (*Acer pseudoplatanus*) dell'ozono, il larice e il pino (*Pinus strobus*) dell'anidride solforosa.

Ulteriori progressi nell'uso di piante per il monitoraggio dell'inquinamento sono legati alla messa a punto di metodiche standardizzate per il prelievo e per l'analisi dei campioni, in modo che i dati ottenuti siano fra loro confrontabili.

#### 4. Conclusioni

Gli spazi a verde, correttamente impiantati e gestiti, svolgono un ruolo importante per mitigare alcune conseguenze negative legate alle caratteristiche dell'ecosistema urbano. Le piante possono infatti contribuire a migliorare molti parametri ambientali: i loro effetti positivi attengono soprattutto al controllo del microclima,

alla riduzione dell'inquinamento, al miglioramento della valenza estetica e ricreativa dei luoghi.

Lo studio delle relazioni tra piante e qualità dell'ambiente urbano è praticamente agli inizi per cui sono necessarie ulteriori ricerche finalizzate alla individuazione di parametri necessari per una migliore gestione e fruizione degli spazi a verde. I dati già disponibili sono comunque sufficienti per mettere in evidenza una diversificata efficienza delle specie ai fini del miglioramento dei parametri ambientali. Tali acquisizioni assumono di già una rilevanza notevole ai fini dell'impianto e della gestione del verde urbano e più in generale della elaborazione di criteri di riferimento utili per la pianificazione urbanistica e paesaggistica.

*Riferimenti bibliografici*

Accademia dei Georgofili (1994). Mozione conclusiva. *Atti delle Giornate di Studio sul "Global change". Il verde per la difesa ed il ripristino ambientale. 1ª giornata. Il ruolo della vegetazione.* Roma 15 Ottobre.

Alessandro S., Barbera G., Silvestrini G. (1987), Stato delle ricerche concernenti l'interazione energetica tra vegetazione ed ambiente costruito. *Quaderno n.13 Consiglio Nazionale delle Ricerche - Istituto per l'Edilizia ed il risparmio Energetico.* Palermo.

Bassuk N., Whitlow T. (1987). Environmental stress in street trees. *Acta Horticulturae*, 195, 49-57.

Bellio M.G., Gasparo D. (1995), Lichens as bioindicators of air quality: spatial and temporal variation. La Spezia case study, in Lorenzini, G., Soldatini, G.F., (eds.) Responses of plants to air pollution, *Agr. Med. Special Volume*, 189-193.

Cook D.I. (1978). Trees, solid barriers, and combinations: alternative for noise control. *Proc. Sec. Natl. Urban For. Conf., ESF Pub.* 80-003. Syracuse, N.Y.: Suny, 330-334.

Dwyer J.F. (1982). Challenges in managing urban forest recreation resources. *Proc. Sec. Natl. Urban For. Conf., ESF Pub.* 80-003. Syracuse, N.Y.: Suny, 267-283.

Elkies T., Ormrod D.P., Marie B. (1982), Foliar sorption of sulfur dioxide, nitrogen dioxide, and ozone by ornamental woody plants. *HortScience*, 17(3), 358-360.

Huang Y.J., Akbari H., Taha H., Rosenfeld A.H. (1987). The

potential of vegetation in reducing summer cooling loads in residential buildings. *Journal of Climate and Applied Meteorology*, 26(9), 1103-1116.

Kovacs M., Opauszky I., Klincsek P., Podani J. (1982). The leaves of city trees as accumulation indicators. 149-153, in Steubing, L., Jager, H.J., (ed.). *Monitoring of air pollutants by plants. Methods and problems*. Dr. W. Junk Publishers. The Hague.

La Malfa G., Romano D., Leonardi C. (1996). Il potere di disinquinamento dell'aria quale criterio di scelta delle specie ornamentali per il verde urbano. *Riv. di Agron.*, XXX (3 Suppl.), 461-469.

Lanphear F.O. (1971). Urban vegetation: values and stresses. *HortScience*, 6(4), 332-334.

Leonardi C., Romano D. (1998). La traspirazione di arbusti ornamentali utilizzati nell'ambiente urbano, in *"I biologi e l'ambiente... oltre il 2000"*, Venezia, 22-23 novembre, 1996.

Lorenzini, G. (1983). *Le piante e l'inquinamento dell'aria. Edagricole*, Bologna.

Mecklenburg R.A., Rintelmann W.F., Schumaier D.R., Van den Brink C., Flores L. (1972). The effect of plants on microclimate and noise reduction in the urban environment. *HortScience* 7(1), 37-39.

Miller, R.W. (1988). *Urban forestry. Planning and managing urban greenspaces. Prentice Hall*, Englewood Cliffs, New Jersey.

Romano D., Abate L. (1995). Lead and cadmium in leaves of

ornamentals grown along urban roads. in Lorenzini, G., Soldatini, G.F., (eds.) Responses of plants to air pollution, *Agr. Med. Special Volume*, 189-193.

Smith W.H. (1978). Urban vegetation and air quality. *Proc. Sec. Natl. Urban For. Conf., ESF Pub.* 80-003. Syracuse, N.Y.: Suny, 284-305.

Wolverton B.C., Mc Donald R.C., Watkins E.A. Jr. (1984). Foliage plants for removing indoor air pollution from energy-efficient homes. *Econ. Bot.*, 38(2), 224-228.

Zou W.Z. (1995). The role of horticulture in human history and culture. *Acta Horticulturae*, 391, 41-52.

Tab. 1 – Contenuto in piombo (ppm) e cadmio (ppb) calcolato sulla sostanza secca in campioni raccolti in località rurali (LR) ed urbane (LU).

Specie	Piombo			Cadmio		
	LR	LU	LU/LR	LR	LU	LU/LR
<i>Nerium oleander</i>	0.9	31.0	36.3	7.9	76.0	9.6
<i>Pinus halepensis</i>	0.9	42.4	42.6	52.4	110.0	2.1
<i>Pittosporum tobira</i>	0.3	29.5	90.8	14.1	65.0	4.6
<i>Tilia cordata</i>	0.9	39.9	44.4	40.8	48.9	2.1
Medie	0.7	35.7	51.0	28.8	75.0	2.6

Tab. 2 – Area fogliare e contenuto in particolati e piombo immobilizzati per m<sup>3</sup> di chioma.

Specie	Area fogliare (m <sup>2</sup> )	Particolati (g)	Piombo (mg)
<i>Ficus benamina</i>	7.9	20.0	39.8
<i>Lantana camara</i>	7.9	14.9	19.7
<i>Nerium oleander</i>	10.6	14.1	50.2
<i>Pinus halepensis</i>	26.6	48.7	63.2
<i>Pittosporum tobira</i>	7.8	9.8	7.1
<i>Platanus x acerifolia</i>	16.4	16.2	20.6
<i>Tilia cordata</i>	12.5	5.2	15.5
Medie	12.8	18.4	30.9

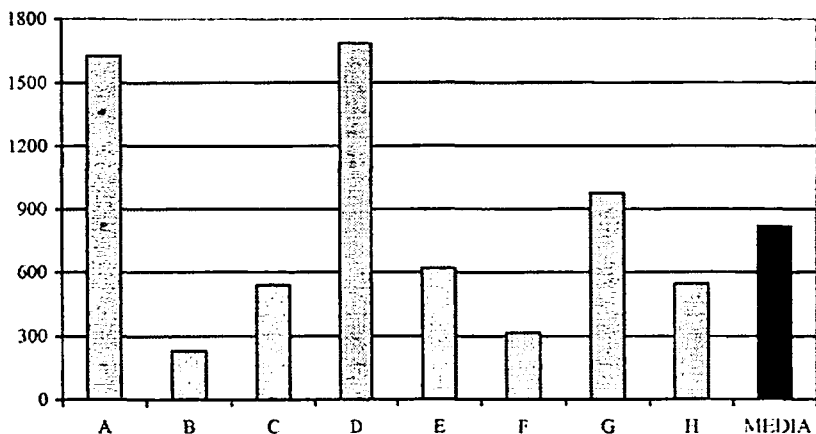


Figure 1 - Quantità di acqua traspirata ( $\text{g d}^{-1} \text{m}^{-2}$ ) dalle differenti specie di arbusti. (A = *Callistemon citrinus*; B = *Fleagmus pungens*; C = *Hibiscus rosu-sinensis*; D = *Lantana camara*; E = *Nerium oleander*; F = *Pittosporum tobira*; G = *Hebe bicifolia*; H = *Viburnum odoratissimum*)

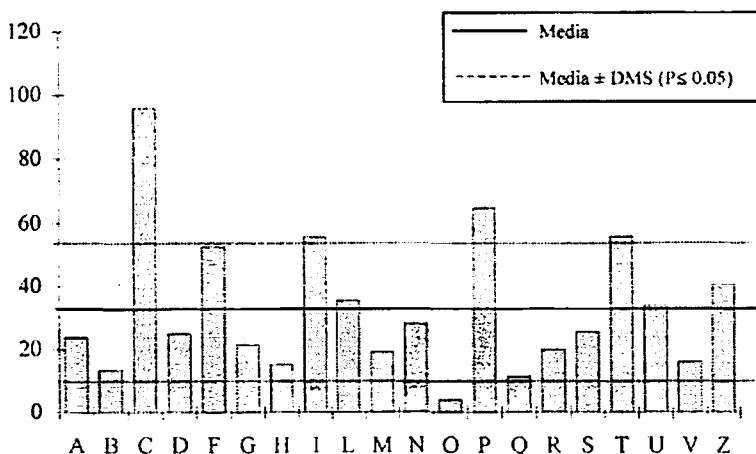


Fig. 2 - Contenuto sulla sostanza secca di piombo (ppm) in foglie raccolte in ambiente urbano.

(A. *Acacia saligna*; B. *Ailanthus altissima*; C. *Celtis australis*; D. *Ceratonia siliqua*; E. *Ficus benjamina*; F. *Hedera helix*; G. *Hibiscus rosu-sinensis*; H. *Justicia adhatoda*; I. *Lantana camara*; L. *Ligustrum vulgare*; M. *Nerium oleander*; N. *Olea europaea* var. *oleaster*; O. *Phoenix canariensis*; P. *Pinus halepensis*; Q. *Pittosporum tobira*; R. *Platanus x acerifolia*; S. *Ricinus communis*; T. *Robinia pseudoacacia*; U. *Schinus molle*; V. *Tilia cordata*; Z. *Viburnum tinus*).