
BIOINDICATORI



Nicotiana tabacum

VALUTAZIONE DELLA PRESENZA DI OZONO TROPOSFERICO NEL VERSANTE NARNESE DELLA "CONCA TERNANA" MEDIANTE L'USO DI *Nicotiana tabacum* L. cv. Bel-W₃

Sandro Mercorelli*

INTRODUZIONE

L'inquinamento atmosferico è determinato essenzialmente dall'emissione, da numerose fonti, di sostanze non presenti in natura o dall'aumento della concentrazione di sostanze già presenti nell'atmosfera. Ciò altera le caratteristiche fisico-chimiche dell'atmosfera terrestre -in particolare della troposfera- con pericolose conseguenze per gli esseri viventi. Attualmente questo fenomeno ha raggiunto proporzioni allarmanti, quantomeno nei paesi industrializzati. Proprio i processi di lavorazione industriale, infatti, sono responsabili (in gran parte) dell'immissione massiva e costante nell'ambiente di rifiuti gassosi. Alle fonti industriali vanno aggiunte quelle agricole, i veicoli a motore, gli impianti di riscaldamento, le cen-

trali termoelettriche (ACCORDI & LUPA PALMIERI, 1966).

Oltre agli inquinanti primari, cioè quelli emessi direttamente dalle varie fonti, nell'atmosfera sono presenti anche gli inquinanti secondari che si formano per reazioni chimico-fisiche fra gli inquinanti primari o fra questi e i normali componenti dell'atmosfera. Alcune di queste reazioni sono attivate dall'energia solare (VISMARA, 1988).

I fattori che influenzano le caratteristiche e l'andamento dell'inquinamento interessano, come già detto, essenzialmente la troposfera, lo strato dell'atmosfera che si estende dalla superficie terrestre fino ad un'altezza di 10-12 km. In essa sono concentrati i $\frac{3}{4}$ dell'intera massa gassosa e quasi tutto il vapore acqueo dell'atmosfera terrestre. La troposfera è caratterizzata dalla presenza di movimenti orizzontali e verticali di masse d'aria e da un gradiente

* Comune di Narni (Terni), Settore Ambiente

termico verticale, fenomeni che provocano turbolenza alla quale si deve la dispersione degli inquinanti (strato "mixing"). Le condizioni atmosferiche influenzano l'entità di questo fenomeno: precisamente, condizioni d'instabilità atmosferica favoriscono il rimescolamento, la dispersione e la diluizione degli inquinanti; condizioni di stabilità atmosferica, invece, favoriscono l'accumulo degli inquinanti, poiché ostacolano i moti aerei verticali (ACCORDI & LUPIA PALMIERI, 1966; VISMARA, 1988).

Questo lavoro è stato condotto con l'intento di valutare i danni provocati dall'ozono su piante di *Nicotiana tabacum* L. cv. Bel-W₃ poste a dimora nel versante narnese della "Conca Ternana"; per avere anche un'indicazione sulla concentrazione atmosferica di ozono nell'area oggetto di studio, gli Indici di Danno Fogliare (I.D.F.) ottenuti nella zona sono stati confrontati con l'I.D.F. della stazione di riferimento posta presso l'Orto Botanico dell'Università "La Sapienza" di Roma, in vicinanza di istituti dotati di analizzatori per la rilevazione di ozono atmosferico (non disponibili nella zona sottoposta allo studio). Un'ulteriore stazione di monitoraggio, con funzione di controllo, è stata posizionata all'esterno della zona oggetto di studio.

AREA DI STUDIO

La Conca Ternana è delimitata a nord dai monti Martani, a sud dalla dorsale che dal monte Arnata si estende al monte Cosce (con direzione NO-SE), ad est dalla struttura di Miranda-Stroncone (che si estende con direzione circa N-S) e ad ovest dai rilievi collinari di Colle Maggio, dal colle su cui sorge Sangemini e dalle strutture pedemontane del monte Torre Maggiore (fig. 1).

Morfologicamente la Conca Ternana è caratterizzata dalla presenza di piane alluvionali -che ne formano la base- e da zone collinari, pedemontane e montane che ne costituiscono il bordo. Geologicamente presenta le caratteristiche di una fossa intermontana occupata nel pleistocene da uno dei bracci dell'antico "lago Tiberino"; i terreni possono distinguersi in:

- terreni ghiaiosi, sabbiosi e argillosi, che costituiscono la base e i rilievi collinari della Conca;
- terreni prevalentemente calcarei, mesozoici, che costituiscono i rilievi montuosi che bordano la Conca.

L'idrografia superficiale è caratterizzata dal bacino del fiume Nera e dai suoi affluenti che si sviluppano in un reticolo idrografico ben articolato e con densità variabile a seconda delle caratteristiche litologiche del terreno.

Il clima nel suo complesso può considerarsi mediterraneo con leggeri caratteri subcontinentali: estati calde e secche ed inverni non eccessivamente freddi e relativamente umidi, alternati alle due stagioni intermedie (di cui l'autunno è più piovoso e mite della primavera).

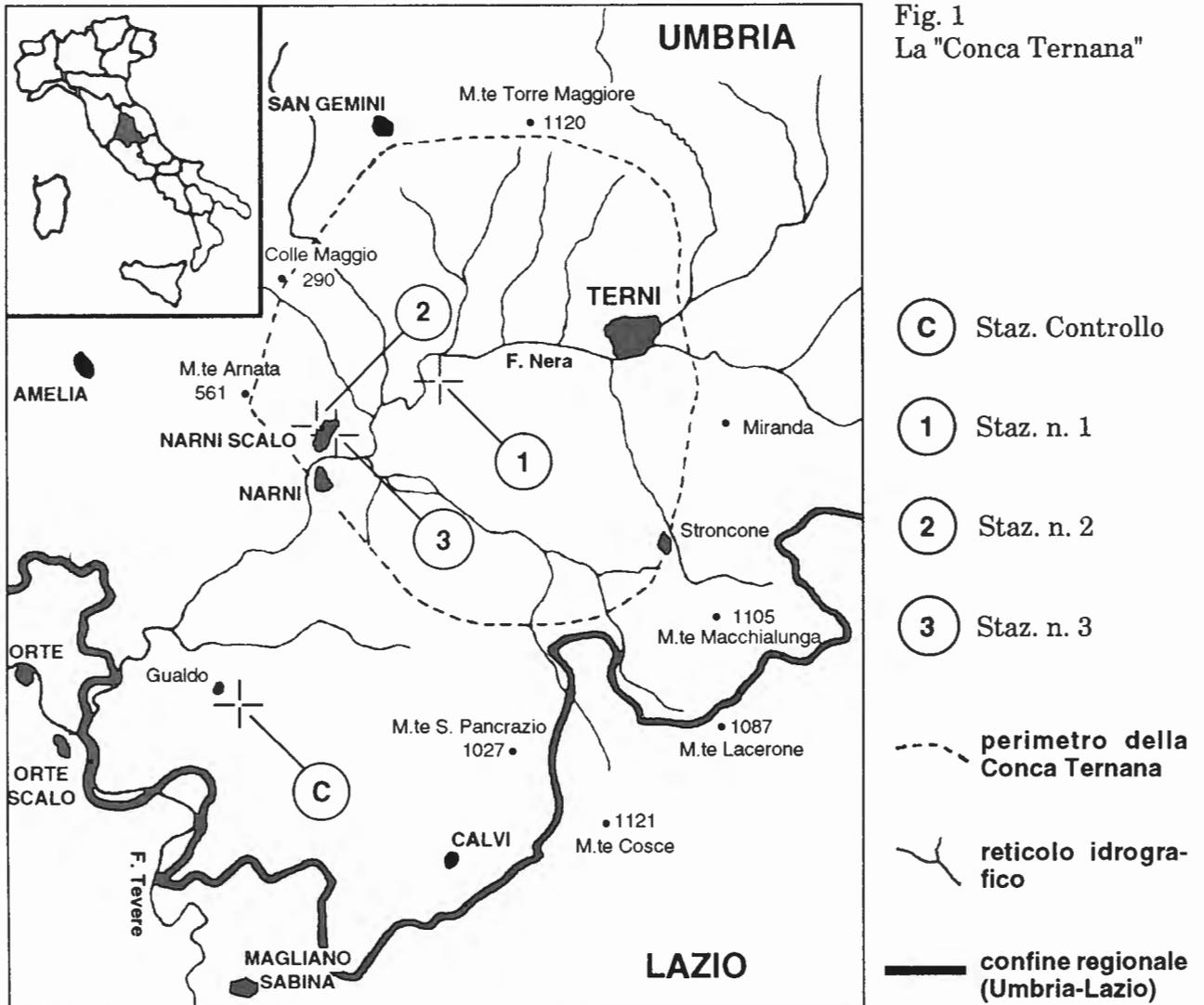
Il valore dell'escursione media annua è di circa 18 °C con punte di temperatura massima oltre i 40 °C e minima sotto i -10 °C; ciò evidenzia il già accennato leggero carattere di subcontinentalità dell'area. Scarsi, a causa dell'orografia, risultano gli scambi d'aria.

L'ambiente geografico delimitato fa della Conca Ternana una struttura raccolta dal punto di vista antropico; le principali attività, infatti, si sono sviluppate nel suo interno e hanno prodotto importanti segni della presenza umana.

La vocazione agroforestale del territorio è stata ridimensionata dall'insediamento dei complessi industriali. La presenza delle industrie ha inciso profondamente sul territorio sia dal punto di vista ambientale, determinando fenomeni di degrado e rischi crescenti di inquinamento, che sociale, producendo una forte urbanizzazione dovuta ad un flusso immigratorio verso le aree industriali.

MATERIALI E METODI

Le piantine di tabacco sono state gentilmente fornite dal Dipartimento di Coltivazione e Difesa delle Specie Legnose, sezione di Patologia Vegetale dell'Università di Pisa. La semina e la crescita sono state effettuate in condizioni standardizzate: i semi della cv. Bel-W₃ di tabacco sono stati piantati in bacinelle contenenti un



composto organico e fatti germinare in camere di crescita ad ambiente controllato (temperatura 25 °C), ventilate con aria filtrata con carbone attivo. Dopo circa tre settimane le piantine sono state trapiantate in piccoli contenitori di torba e così mantenute per un altro mese circa.

In questa fase di sviluppo, le piantine sono state trasportate a Narni (il 2/7/90), dove sono state trapiantate in vasi di plastica di 20 cm di diametro e di 5 l di capacità, contenenti un terreno composto da una miscela di torbe di sfagno (bionde e brune), sabbie quarzifere e fertilizzanti (macro e microelementi).

Le piante -suddivise in set tra loro omogenei- sono state collocate nei siti definitivi: il 3/

7/90 nell'Orto Botanico della Città Universitaria di Roma e il 4/7/90 nelle tre stazioni di monitoraggio della Conca Ternana e nella stazione Controllo, esterna alla Conca (fig. 1). Lo studio si è protratto per quattro settimane, cioè per tutto il mese di luglio.

Per ogni stazione, ciascun set era costituito da sei piante poste su una struttura, a circa 1 m di altezza dal terreno, ricoperta da una rete di protezione in plastica; le piante sono state regolarmente sub-irrigate tutti i giorni.

Le piante di ciascun set sono state numerate da 1 a 6 e per ogni pianta, in ciascun sito, sono state misurate settimanalmente l'altezza della porzione epigea (dal livello del terreno alla base

della gemma apicale) ed il numero di foglie "in stato vegetativo" (vitali). All'inizio dello studio è stata contrassegnata la prima foglia vitale reperibile in ogni pianta a partire dalla zona basale. Sono state successivamente numerate tutte le foglie presenti sulla pianta, assegnando un numero progressivo a partire dalla fogliolina apicale (numero 0) e procedendo verso il basso; in tal modo si poteva seguire lo sviluppo di nuove foglioline nel corso dell'indagine e numerarle a loro volta, con numerazione progressiva decrescente (-1, -2, -3, ecc.) secondo il metodo riportato da GLATER et AL. (1962). Durante il periodo di studio, ovviamente, i contrassegni venivano spostati alle foglie vitali immediatamente superiori, quando le precedenti andavano incontro a disseccamento.

Di ogni foglia veniva misurata la lunghezza e stimata la percentuale di superficie fogliare che presentava sintomi di danno da ozono; questi dati venivano registrati su apposite tabelle, assieme ad eventuali note di commento. Le osservazioni e la stima del danno fogliare sono state effettuate settimanalmente per ogni sito.

STIMA DELL'INDICE DI DANNO FOGLIARE (I.D.F.) SU *Nicotiana tabacum* L. cv. Bel-W₃

Su *Nicotiana tabacum* L. cv. Bel-W₃ il danno visibile era sempre molto evidente; i sintomi consistevano nella comparsa, inizialmente sulla superficie adassiale ed in seguito anche su quella abassiale delle foglie, di chiazze piccole (qualche mm), ben delineate, tondeggianti e di colore grigio traslucido. Le lesioni potevano coalescere a formare aree necrotiche più grandi, ma più spesso si osservava una chiazzatura completa o parziale del tessuto fogliare internervale senza un'estesa coalescenza. Molta attenzione è stata posta nel distinguere il danno dovuto all'ozono da quello causato da altri agenti patogeni.

Per quantificare la percentuale di superficie fogliare interessata dal danno, si è adottata una scala arbitraria attribuendo un indice a classi percentuali così distribuite:

classe	% di danno
0	nessuna
1	fino al 5%
2	5-10%
3	10-15%
4	15-20%
5	20-25%
6	25-30%
7	30-50%
8	oltre il 50%

Questi indici, registrati settimanalmente per ogni foglia, sono stati utilizzati sia per stimare la percentuale totale di superficie fogliare danneggiata, per ogni pianta in ciascuna stazione, sia per calcolare l'indice di danno fogliare (I.D.F.) settimanale proposto da ASHMORE et AL. (1980). Sulla base di tali metodi di stima si è seguita l'evoluzione settimanale del danno nei diversi siti di osservazione.

L'I.D.F. è dato dalla formula

$$\text{I.D.F.} = \sum_{n=N}^{n=1} (D_t - D_{t-1})/N$$

in cui D_t è il valore di danno (nella scala da 0 a 8) assegnato ad ogni foglia all'inizio della settimana; n è il numero della foglia ed N il numero totale di foglie vive sia al tempo t che al tempo $t-1$ (una foglia, infatti, può essersi sviluppata o disseccata durante la settimana) che presentavano un valore D_{t-1} non superiore a 2 (cioè una percentuale di danno inferiore al 10%).

La ragione per includere solo foglie con meno del 10% di danno all'inizio della settimana è dovuta al fatto che, sebbene le lesioni necrotiche appaiano sulle foglie di tabacco 24 ore dopo l'esposizione all' O_3 , durante questo periodo si può verificare un aumento del danno fogliare anche in assenza di O_3 , probabilmente a causa di un collasso del tessuto adiacente. Perciò se, per esempio, una settimana con alti livelli di O_3 nell'aria è seguita da una con concentrazioni di O_3 molto basse, può essere osservato un aumento nella quantità di danno fogliare nella settimana successiva in quelle foglie che erano state seriamente danneggiate nella settimana precedente. Escludendo dal calcolo dell'I.D.F. foglie che presentano più del 10% di superficie

danneggiata, l'entità degli errori causati da questo fenomeno può essere molto ridotta (ASHMORE et AL., 1980).

RILEVAMENTO DELL'OZONO ATMOSFERICO

I dati relativi alle concentrazioni di ozono atmosferico sono disponibili solo per Roma e sono stati forniti dall'Istituto Superiore di Sanità e dall'Istituto sull'Inquinamento Atmosferico del CNR. Per tale indagine sono stati selezionati, quali parametri di maggiore significato biologico, la media delle 24 h, delle 12 h e delle 7 h ed il numero totale di ore che ogni mese erano comprese in alcune classi di concentrazione significative.

Secondo alcuni Autori (ASHMORE, 1980; LORENZINI, 1986), la media delle 7 h costituisce un valore più significativo nella correlazione con i parametri biologici; le concentrazioni di O₃ sono infatti direttamente correlate alla radiazione solare, che raggiunge valori più elevati nelle ore centrali della giornata (fig. 2) e sono funzione di altri parametri ambientali (vento, temperatura).

RISULTATI

Come già indicato, le piante di tabacco sono state collocate in 5 stazioni:

- staz. Riferimento, nel giardino botanico della Città Universitaria a Roma (dal 3/7 al 31/7/90);
- staz. Controllo, esterna alla Conca Ternana, a Gualdo di Narni in zona collinare a circa 300 m di altitudine (dal 4/7 al 1/8/90);
- staz. n. 1, all'interno della Conca Ternana, in una zona di campagna coltivata (loc. La Selva) a circa 90 m di altitudine (dal 4/7 al 1/8/90);
- staz. n. 2, all'interno della Conca Ternana, nel giardino della Scuola Media Statale di Narni Scalo, a circa 90 m di altitudine (dal 4/7 al 1/8/90);
- staz. n. 3, all'interno della Conca Ternana, in via Tuderte a Narni Scalo (S.S. n. 3 bis "Tiberina") a circa 90 m di altitudine (dal 4/7 al 1/8/90).

I dati relativi alle piante in studio venivano

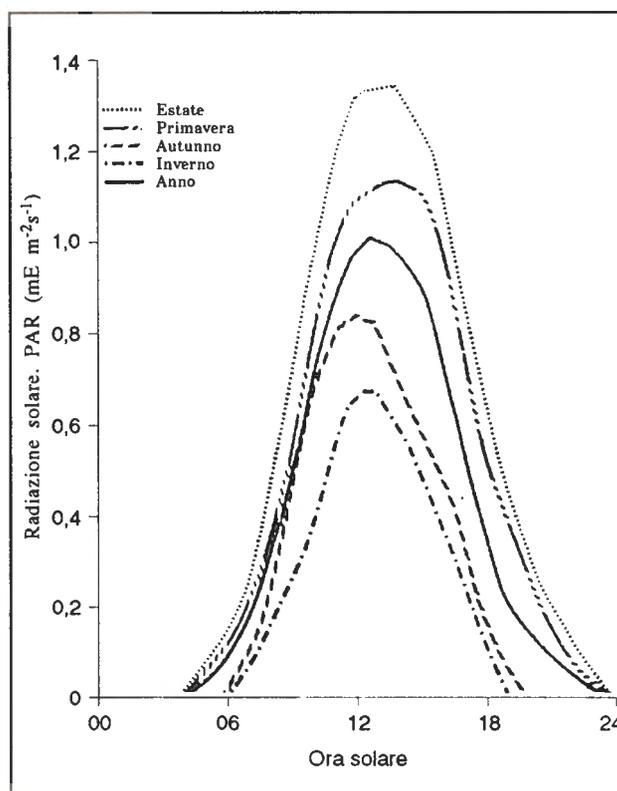


Fig. 2 - Andamento giornaliero tipico stagionale della radiazione solare. (da LORENZINI, 1988)

rilevati settimanalmente, a partire dal giorno di inizio dell'indagine, elencando in un'unica tabella: l'altezza delle piante, il numero di foglie vitali, la lunghezza (in cm) e la percentuale di danno di ciascuna foglia presente nel set. A titolo di esempio, si riportano nella tab. 1 i dati registrati nella stazione Riferimento.

E' stata notata la tipica crescita vegetativa del periodo estivo del tabacco: aumento progressivo dell'altezza delle piante e del numero di foglie vitali.

I valori settimanali dell'I.D.F. calcolato per le 5 stazioni in studio sono riportati nella tab. 2. Dal loro confronto (fig. 3) si può notare che il range dei valori dell'I.D.F. è approssimativamente simile in tutte e cinque le stazioni, anche se all'interno di questo range c'è una certa variabilità dovuta probabilmente a fattori di sito quali, ad esempio, velocità e direzione del vento, distanza dalla sede stradale, particolare microclima della stazione, ecc.

Tab. 1 - Scheda rilevamento dati: stazione Riferimento

3/7/90: INIZIO																		
	Pianta n. 1 (h: 2,5 cm)			Pianta n. 2 (h: 4,5 cm)			Pianta n. 3 (h: 9,5 cm)			Pianta n. 4 (h: 9,5 cm)			Pianta n. 5 (h: 12,5 cm)			Pianta n. 6 (h: 13,5 cm)		
Foglia n.	lung	danno	danno															
	(cm)	%	classe															
0	0,75			0,75			1,0			1,0			0,5			0,5		
1	2,0			2,0			2,75			2,0			1,5			1,5		
2	5,5			3,5			4,0			5,0			3,0			3,0		
3	7,5			6,5			9,5			8,0			6,0			5,5		
4	10,0			10,0			13,0			11,5			11,0			10,5		
5	8,5			12,0			14,0			13,5			15,5			14,0		
6	-			8,5			13,0			14,5			17,0			16,0		
7	-			-			-			-			14,5			16,5		
10/7/90: 1ª SETTIMANA																		
	Pianta n. 1 (h: 8,5 cm)			Pianta n. 2 (h: 11,5 cm)			Pianta n. 3 (h: 17,0 cm)			Pianta n. 4 (h: 18,5 cm)			Pianta n. 5 (h: 21,0 cm)			Pianta n. 6 (h: 22,0 cm)		
Foglia n.	lung	danno	danno															
	(cm)	%	classe															
-4																		
-3	1,0			0,5			0,5			0,5			0,5			0,5		
-2	2,0			1,5			1,5			1,5			1,5			1,5		
-1	4,0			3,0			3,0			3,5			3,0			2,0		
0	8,0			6,5			8,0			6,5			4,5			4,5		
1	10,5			10,5			9,0			9,0			8,0			7,5		
2	13,5			11,5			12,0			11,0			11,0			9,5		
3	13,0	0-5	1	12,5			16,0			13,5			16,0			13,0		
4	11,0	0-5	1	14,5			16,5			15,0	0-5	1	17,5			16,0		
5	8,75			12,0			14,5			14,5	0-5	1	20,0			16,0		
6	-			9,0			12,5			14,0			16,0			17,0		
7	-			-			-			-			14,0			15,0		
17/7/90: 2ª SETTIMANA																		
	Pianta n. 1 (h: 21,0 cm)			Pianta n. 2 (h: 23,0 cm)			Pianta n. 3 (h: 32,5 cm)			Pianta n. 4 (h: 33,0 cm)			Pianta n. 5 (h: 37,0 cm)			Pianta n. 6 (h: 40,0 cm)		
Foglia n.	lung	danno	danno															
	(cm)	%	classe															
-8																		
-7							0,5											
-6	2,0			1,0			2,0			1,5			1,0					
-5	4,0			2,5			3,5			3,0			2,5			1,5		
-4	7,0			5,0			6,0			5,0			4,5			3,5		
-3	10,0			8,0			10,0			9,5			8,0			7,5		
-2	15,0			14,0			16,5			12,5			13,5			11,0		
-1	17,0	0-5	1	18,0			20,0			18,0			18,0			14,0		
0	18,0	5-10	2	18,5			20,0			20,0	0-5	1	23,0			21,0		
1	15,5	5-10	2	18,5			18,0			18,0	0-5	1	21,0			21,0		
2	15,0	25-30	6	18,0	0-5	1	18,0	0-5	1	16,5	0-5	1	18,0	0-5	1	19,0		
3	14,5	20-25	5	17,0	0-5	1	20,0	0-5	1	17,5	10-15	3	22,5	0-5	1	20,0	0-5	1
4	11,5	20-25	5	16,0	0-5	1	18,0	0-5	1	17,0	15-20	4	22,5	5-10	2	20,0	0-5	1
5	8,75	0-5	1	12,0			14,5	0-5	1	16,5	5-10	2	24,0	5-10	2	19,0	0-5	1
6	-			9,0			13,0			15,0	0-5	1	18,0	0-5	1	19,0	0-5	1
7	-			-			-			-			15,0			16,0	0-5	1

Tab. 1 (segue)

24/7/90: 3ª SETTIMANA																			
	Pianta n. 1 (h: 42,0 cm)			Pianta n. 2 (h: 36,0 cm)			Pianta n. 3 (h: 50,0 cm)			Pianta n. 4 (h: 53,0 cm)			Pianta n. 5 (h: 65,0 cm)			Pianta n. 6 (h: 67,0 cm)			
Foglia n.	lunghe (cm)	danno %	danno classe																
-11																			
-10	0,75			1,0			0,5			1,0			0,5			1,0			
-9	1,5			2,0			1,5			2,0			1,0			2,0			
-8	3,0			5,0			3,0			3,0			3,0			4,0			
-7	5,0			7,0			5,0			7,0			5,0			5,0			
-6	8,5			11,0			9,0			9,5			10,5			9,0			
-5	15,0	0-5	1	17,0			13,0			14,0			16,5			13,5			
-4	18,5	5-10	2	20,0	0-5	1	17,0	0-5	1	17,5	0-5	1	19,5			17,0			
-3	18,5	10-15	3	21,0	0-5	1	21,0	5-10	2	19,5	10-15	3	24,0	0-5	1	23,0			
-2	21,0	20-25	5	23,0	10-15	3	25,0	5-10	2	20,5	5-10	2	24,0	0-5	1	23,0	0-5	1	
-1	20,5	25-30	6	22,0	5-10	2	24,0	5-10	2	22,0	5-10	2	26,0	5-10	2	23,0	5-10	2	
0	19,0	20-25	5	21,0	5-10	2	21,0	0-5	1	22,0	10-15	3	30,0	0-5	1	27,0	0-5	1	
1	15,5	>50	8	19,0	rotta		19,0	0-5	1	19,0	10-15	3	22,0	0-5	1	23,0	0-5	1	
2	16,0	30-50	7	18,5	5-10	2	18,0	10-15	3	17,0	10-15	3	19,0	5-10	2	20,0	0-5	1	
3	14,5	20-25	5	18,0	5-10	2	20,5	5-10	2	18,0	20-25	5	23,0	5-10	2	21,0	5-10	2	
4	11,5	20-25	5	16,5	0-5	1	18,5	0-5	1	17,5	15-20	4	23,0	10-15	3	21,0	5-10	2	
5	8,75	0-5	1	12,0			15,5	0-5	1	17,0	5-10	2	24,0	5-10	2	20,0	5-10	2	
6	-			9,0			13,0			15,0	5-10	2	18,5	0-5	1	19,0	0-5	1	
7	-			-			-			-			15,5			16,0	0-5	1	
31/7/90: 4ª SETTIMANA																			
	Pianta n. 1 (h: 64,0 cm)			Pianta n. 2 (h: 60,0 cm)			Pianta n. 3 (h: 60,0 cm)			Pianta n. 4 (h: 66,0 cm)			Pianta n. 5 (h: 78,0 cm)			Pianta n. 6 (h: 90,0 cm)			
Foglia n.	lunghe (cm)	danno %	danno classe																
-17																			
-16	0,5																		
-15	1,0																		
-14	1,5			0,5			0,75			0,5			0,5			0,5			
-13	2,0			1,0			2,0			1,0			1,0			1,0			
-12	4,0			1,5			3,0			2,0			2,0			2,0			
-11	7,5			2,5			6,0			3,0			3,0			3,0			
-10	13,0			5,0			8,0			4,5			6,0			5,0			
-9	16,0			8,0			16,0			9,5			9,0			7,0			
-8	21,0	0-5	1	13,5			18,0			13,0			14,0			12,0			
-7	22,5	0-5	1	18,0			19,5			16,0			18,0			17,0			
-6	22,0	5-10	2	18,5	0-5	1	20,0	0-5	1	19,5	0-5	1	17,0			20,0			
-5	23,0	5-10	2	19,5	0-5	1	22,0	0-5	1	18,0	0-5	1	22,0			21,0			
-4	21,0	25-30	6	22,0	5-10	2	24,0	0-5	1	22,0	0-5	1	23,0			22,0	0-5	1	
-3	22,0	20-25	5	21,0	5-10	2	23,0	5-10	2	22,0	10-15	3	26,0	0-5	1	26,0	0-5	1	
-2	21,0	>50	8	24,0	15-20	4	27,0	10-15	3	22,0	10-15	3	25,0	0-5	1	24,0	0-5	1	
-1	20,5	>50	8	23,0	20-25	5	26,0	10-15	3	22,0	20-25	5	27,0	5-10	2	23,0	5-10	2	
0	19,5	30-50	7		rotta		22,5	5-10	2	21,0	15-20	4	30,0	5-10	2	27,0	5-10	2	
1		secca			rotta		19,0	5-10	2	22,0	15-20	4	22,0	5-10	2	23,0	5-10	2	
2		secca		19,0	10-15	3	18,5	10-15	3	20,0	15-20	4	19,0	5-10	2	20,0	0-5	1	
3		secca		18,0	10-15	3	20,5	10-15	3	18,0	30-50	7	23,5	10-15	3	21,0	5-10	2	
4		secca		16,5	5-10	2	18,5	0-5	1		secca		23,5	20-25	5	21,0	10-15	3	
5	8,75	0-5	1	12,0			15,5	0-5	1		secca		24,5	10-15	3	20,0	5-10	2	
6	-				secca		13,0				secca		18,5	0-5	1		secca		
7	-			-			-			-			15,5				secca		

Nella Conca Ternana, all'interno di tale variabilità, gli estremi dell'I.D.F. sono raggiunti nella staz. 1, situata in aperta campagna; il motivo di ciò potrebbe risiedere nel fatto, più volte riportato in letteratura (POSSANZINI, 1981), che -essendo del tutto assenti gli autoveicoli- mancano gli ossidi di azoto (NO_x) che sono causa della deplezione dell'ozono (oltreché della sua formazione); di conseguenza, le concentrazioni di ozono rimangono più elevate che in ambienti urbanizzati dove, invece, gli NO_x sono presenti in quantità maggiore. Ciò spiegherebbe anche perché i valori di I.D.F. più bassi sono stati registrati nella staz. 3, collocata proprio lungo la strada che attraversa Narni Scalo e, quindi, sottoposta ad un intenso traffico autoveicolare.

Lo stesso discorso fatto per la staz. 1 dovrebbe essere valido per la staz. Controllo, posta in una zona a limitato inquinamento per l'assenza di industrie e di traffico intenso.

Il dato, però, più interessante si ha dall'ana-

Tab. 2 - *Nicotiana tabacum* L. cv. Bel-W3
Indice di danno fogliare

	Settimana			
	1 [^]	2 [^]	3 [^]	4 [^]
Staz. Riferimento	0,15	1,20	1,37	0,68
Staz. Controllo	0,21	1,47	0,81	1,11
Staz. n. 1	0,27	1,27	1,21	1,00
Staz. n. 2	0,11	0,60	0,62	0,61
Staz. n. 3	0,04	0,50	0,38	0,33

lisi dei valori I.D.F. della staz. Riferimento; nel 1990, infatti, si sono avuti valori di I.D.F. nettamente più bassi di quelli rilevati nello stesso periodo dell'anno precedente (fig. 4). L'andamento dell'I.D.F. ci viene confermato dalle concentrazioni dell'ozono atmosferico rilevate nelle vicinanze della staz. Riferimento sia nel luglio 1989 che nel luglio 1990 (tab. 3): nell'89, a differenza del '90, le concentrazioni di ozono atmosferico sono state sempre molto al di sopra dei 40-60 ppb, valore che costituisce la soglia al

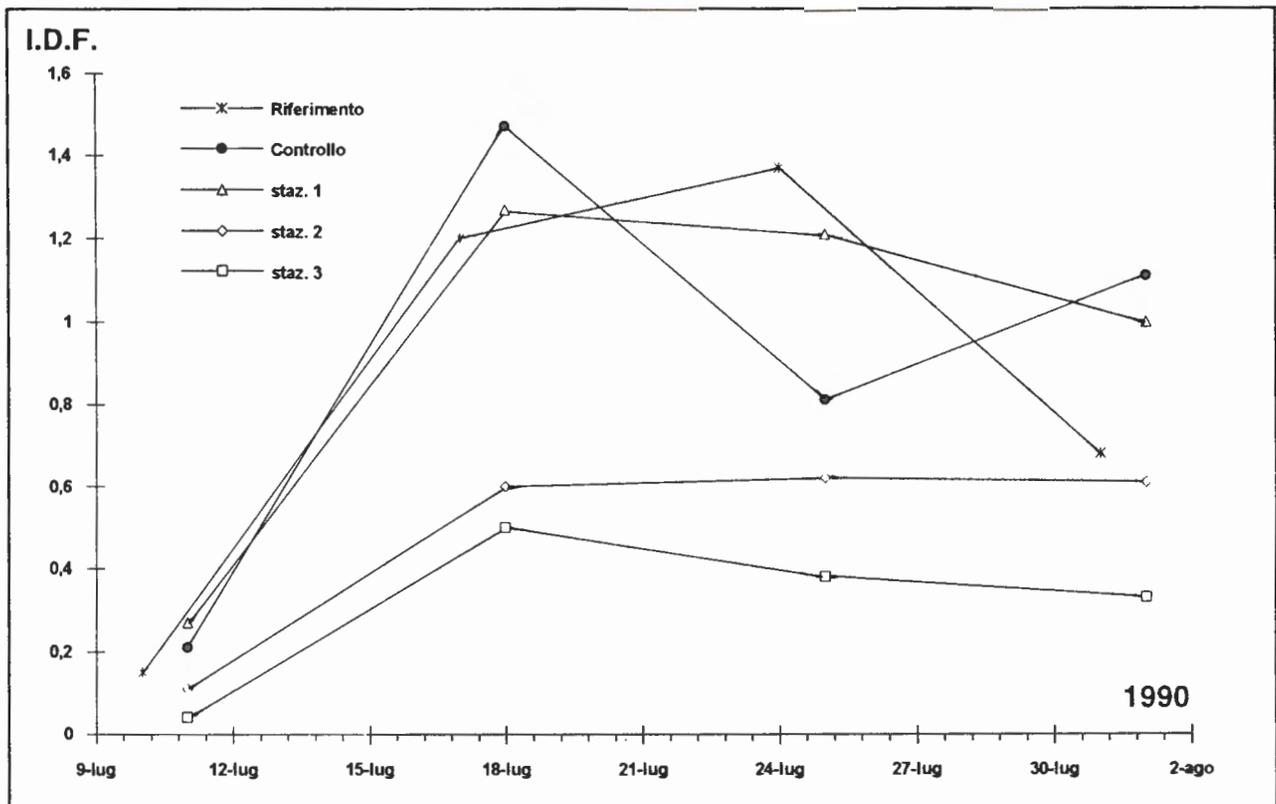


Fig. 3 - Indice di Danno Fogliare su *Nicotiana tabacum* cv. Bel-W₃

Tab. 3 - Livelli di ozono e numero di ore a differenti concentrazioni di O₃, nel periodo di studio.

(Fonte: MANES et AL., 1990)

	Luglio 89	luglio 90
Concentrazioni medie		
Media 24 h (0.0-24.0)	29,5 ppb	16,0 ppb
Media 12 h (6.0-18.0)	44,0 ppb	21,0 ppb
Media 7 h (9.0-16.0)	57,0 ppb	26,0 ppb
Media oraria massima	120,0 ppb	75,0 ppb
Ozono superiore a		
	Luglio 89	luglio 90
	n. ore	n. ore
100 ppb	19	0
80 ppb	45	0
60 ppb	124	2
50 ppb	175	6

di sopra della quale le piante di *Nicotiana tabacum* L. cv. Bel-W₃ si dimostrano molto sensibili allozono troposferico.

CONSIDERAZIONI CONCLUSIVE

Gli organismi vegetali hanno un rapporto superficie/volume maggiore rispetto agli animali; ci li rende pi^a sensibili alle sostanze che inquinano latmosfera. Grazie a questa caratteristica alcune piante, particolarmente sensibili, offrono la possibilit^A di individuare precocemente la presenza di tali sostanze nellaria o di seguire laccumulo di alcune di esse.

Lo studio effettuato sulle piante di *Nicotiana tabacum* L. cv. Bel-W₃ ha consentito di evidenziare uno stato di alterazione morfologica, dovuto alla presenza di ozono nellarea in esame. Durante il periodo estivo, infatti, O stato rilevato un danno che indica la presenza di livelli di ozono superiori ai 40-60 ppb (soglia a cui risponde tale cultivar di tabacco). I danni presentano un andamento confrontabile con

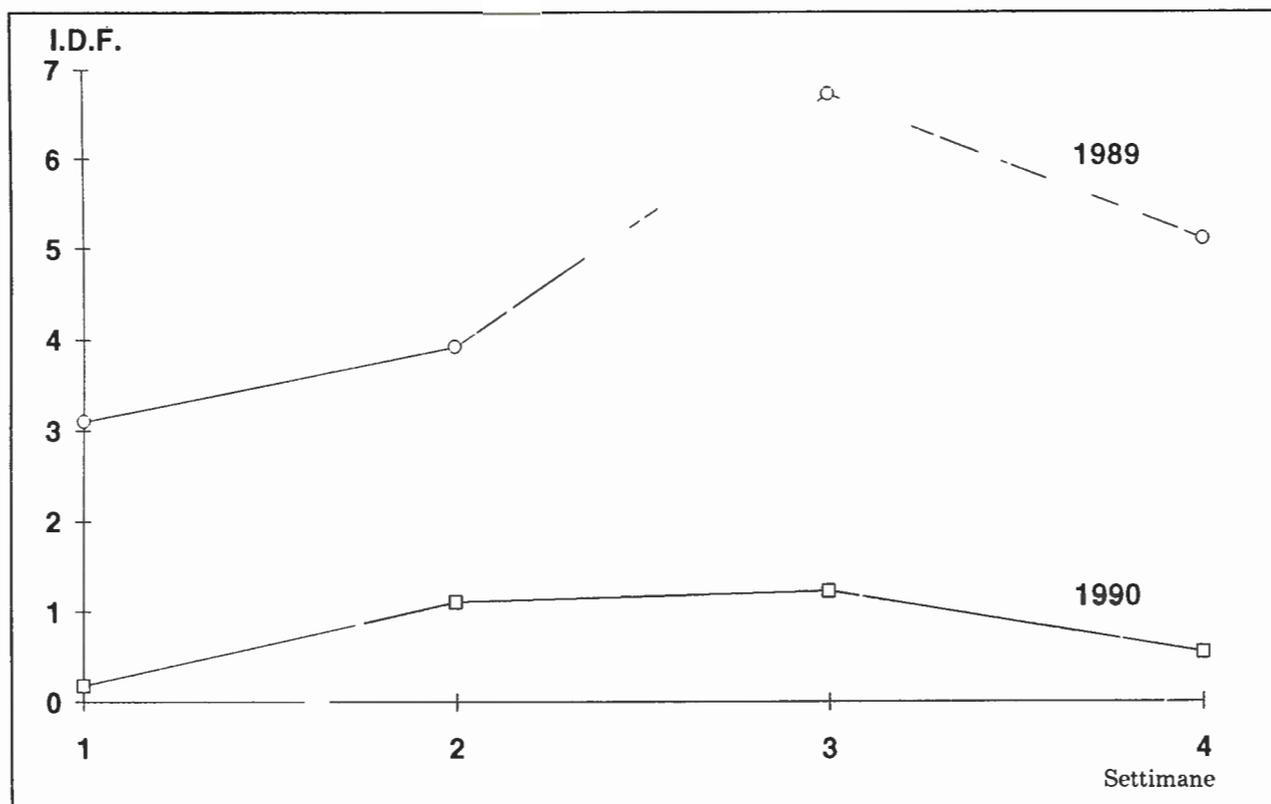


Fig. 4 - Andamento dell'I.D.F. nella stazione Riferimento, nel luglio '89 e '90. (Rielaborata da MANES et al., 1990)

quello delle concentrazioni di O₃ atmosferico.

Occorre comunque precisare che le piante esaminate sono sottoposte all'azione di diversi inquinanti atmosferici, la cui concentrazione varia sia durante il giorno che nel corso delle stagioni. Per confermare ed estendere le conoscenze sull'uso degli indicatori biologici vegetali degli inquinanti atmosferici sono necessarie ulteriori e più approfondite indagini. I risultati finora ottenuti in questo tipo di indagini consentono già, comunque, di affermare che le piante sono indicatori estremamente validi, di facile utilizzo e di costo relativamente basso.

In natura esistono (nell'atmosfera, nell'acqua e nel suolo) organismi più sensibili di altri agli inquinanti e che dimostrano di reagire in maniera caratteristica quando vengono a trovarsi in determinate condizioni ambientali, a loro poco favorevoli o del tutto inadatte.

Ecco, dunque, che questi organismi più sensibili possono fornire preziose informazioni sullo stato di salute di un ambiente; spesso, anzi, mettono in guardia, segnalando con notevole anticipo la comparsa di un inquinamento che non ha ancora manifestato i suoi effetti dannosi in altre comunità vegetali e/o animali maggiormente rappresentate in un dato ambiente. Questi stessi organismi possono, inoltre, indicare le capacità di autorecuperamento da parte dell'ambiente e, in definitiva, permettono di seguire l'evoluzione dei fattori inquinanti, siano essi in incremento o in regressione.

In base a queste considerazioni, dunque, appare evidente che si possono ottenere informazioni più complete sugli effetti di un inquinamento se, accanto alle convenzionali analisi chimiche dell'aria, dell'acqua e del suolo, si effettuano anche i test biologici tenendo presente che questi ultimi (al contrario delle analisi chimiche) sono in grado di rilevare anche eventuali effetti di sinergismo quando sia presente nell'ambiente più di un fattore inquinante. È auspicabile, quindi, che anche nel nostro paese si facciano estese campagne di monitoraggio biologico con specie indicatrici, allo scopo di dare una reale misura dell'inquinamento nelle aree interessate.

Si ringrazia:

- il prof. G. Lorenzini dell'Università di Pisa (Dip. Coltivazione e Difesa delle Specie Legnose - sez. Patologia Vegetale) per aver fornito le piante indicatrici;
- il prof. F. Manes ed i suoi collaboratori dell'Università "La Sapienza" di Roma (Dip. di Biologia Vegetale) per la notevole collaborazione fornita in tutte le fasi dello studio.

BIBLIOGRAFIA

- ACCORDI B., LUPIA PALMIERI E. - 1966. Il globo terrestre e la sua evoluzione. Zanichelli, Bologna.
- ASHMORE M.R., BELL J.N., REILY C.I. - 1980. The distribution of phytotoxic ozone in the British Isles. *Environ. Pollut.*, 1: 195-216.
- LORENZINI G., PANATTONI A. - 1986. An integrated, physicochemical and biological, survey of atmospheric Ozone in coastal Tuscany, Italy. *Riv. di Patol. Veg.*, 22: 130-164.
- LORENZINI G., GUIDI L., PANATTONI A. - 1988. Ozono atmosferico al suolo. *Inquinamento*, 30 (6): 48-56.
- MANES F., ALTIERI A., TRIPODO P., BOOTH C.E., UNSWORTH M.H. - 1990. Bioindication study of effects of ambient ozone on tobacco and radish plants using a protectant chemical (EDU). *Annali di Botanica*, XLVIII: 133-149.
- POSSANZINI M. - 1981. La valutazione dell'inquinamento fotochimico nell'area di Roma. C.N.R., *Programma Promozione Qualità dell'Ambiente*.
- VISMARA R. - 1988. Inquinamento e protezione dell'aria. In: VISMARA R., "Ecologia applicata", Hoepli, Milano.