STUDIO CON TEST BIOLOGICI DELLA PERSISTENZA E PERCOLAZIONE DI TERBUTILAZINA, ISOSSAFLUTOLO E SULCOTRIONE IMPIEGATI IN PRE E POST-EMERGENZA DEL MAIS

G. RAPPARINI, F. MARCHI, G. CAMPAGNA
Centro di fitofarmacia - Dipartimento di Protezione e Valorizzazione Agroalimentare
Università degli Studi - Via F. Re 8 - 40126 Bologna

RIASSUNTO

E' stata condotta un'indagine biennale sulla persistenza e percolazione di isossaflutolo, terbutilazina e sulcotrione impiegati nel diserbo di pre e post-emergenza del mais in terreni di diversa natura (sciolti e tendenzialmente argillosi). L'esecuzione dei saggi biologici, mediante l'utilizzo di *Abutilon theophrasti* per isossaflutolo, *Cucumis sativus* per terbutilazina e *Beta vulgaris* var. *saccarifera* per sulcotrione come piante spia, ha permesso di rilevare le concentrazioni dei residui erbicidi biologicamente attivi. E' stata accertata un'elevata persistenza di terbutilazina e isossaflutolo, mentre per sulcotrione è risultata leggermente più ridotta. Tra gli erbicidi saggiati, terbutilazina ha confermato la sua minor percolabilità lungo il profilo del suolo, mentre isossaflutolo e sulcotrione hanno manifestato una maggiore mobilità nel terreno.

Parole chiave: erbicidi, indicatori biologici, persistenza, percolazione, residui.

SUMMARY

STUDY OF PERSISTENCE AND PERCOLATION WITH BIOASSAY OF TERBUTHYLAZINE, ISOXAFLUTOL AND SULCOTRIONE APPLIED IN PRE AND POST-EMERGENCE OF MAIZE

The results of two-years research on persistence and mobility of terbuthyilazine, isoxaflutol and sulcotrione applied in pre and post-emergence of maize in clay and sandy soils are reported. The bioassays by *Cucumis sativus* for terbutilazine, *Abutilon theophrasti* for isoxaflutol and *Beta vulgaris* cv. *saccarifera* for sulcotrione like plants-test allowed to determine the biologically active of herbicides amounts: a long persistence of terbuthylazine and isoxaflutol, whereas sulcotrione is short lived. Within the tested herbicides, terbuthylazine has confirmed to have the smaller ground percolation than isoxaflutol and sulcotrione wich has showed higher ground mobility.

Key words: herbicides, bioassays, persistance, percolation, residues.

INTRODUZIONE

Lo studio degli aspetti residuali inerenti la pratica del diserbo chimico del mais è sempre stato oggetto di una particolare attenzione da quando sono state imposte alcune limitazioni d'impiego relative all'atrazina, alaclor e altri principi attivi (Foschi *et al.*, 1991). La ricerca di questi prodotti nel terreno e nelle acque di falda mediante analisi chimiche e metodiche biologiche ha il fine di verificare l'impatto ambientale derivante dal ripetuto impiego degli erbicidi residuali.

La mancata disponibilità dell'atrazina ha determinato la sua graduale sostituzione con la terbutilazina, il cui ripetuto impiego ha comportato la diffusione di specie ruderali, tra le quali *Abutilon theophrasti*, *Bidens* spp., *Datura stramonium*, ecc.. Per il controllo di queste infestanti si è dovuto ricorrere all'impiego di prodotti a più specifica azione, come l'isossaflutolo (Tracchi *et al.*, 1996) e il sulcotrione (Bernard *et al*, 1995), entrambi dotati di azione residua nel terreno (Rouchaud *et al.*, 1998/a, Rouchaud *et al.*, 1998/b).

L'introduzione di questi due nuovi principi attivi, unitamente al diffuso impiego della terbutilazina, ha posto il problema di verificare, negli ambienti dell'Emilia-Romagna, il loro comportamento nel terreno per valutare il grado di percolazione e di persistenza nel terreno, compresa quella agronomica, mediante analisi dei residui attivi con metodiche biologiche (Rapparini *et al.*, 1997).

MATERIALI E METODI

Negli anni 1997-1998 sono state eseguite in campo quattro prove di diserbo di pre e post-emergenza del mais. In ciascun anno si è proceduto ad approntare due campi sperimentali: uno su terreno sciolto e l'altro su terreno tendenzialmente argilloso. Nel 1997 i trattamenti sono stati eseguiti mediante barra trainata munita di ugelli a ventaglio irroranti un volume di 300 l/ha di acqua, su parcelle elementari di 4 x 7 m. Le applicazioni sono state effettuate in pre-emergenza dopo la semina della coltura e in post-emergenza alle 5 foglie del mais. Nel secondo anno di prova si è operato in maniera analoga, utilizzando una barra portata su parcelle delle dimensioni di 3 x 7 m. Dopo gli interventi erbicidi, a cadenza mensile sono stati prelevati nelle 4 parcelle di ogni tesi campioni di terreno da quattro diversi strati di profondità: 0-5 cm, 5-15 cm, 15-30 cm e 30-45 cm. Questi prelievi sono stati riposti in congelatore per bloccare la degradazione degli erbicidi, in attesa dell'esecuzione dei test biologici, effettuati contemporaneamente sui campioni di terreno prelevati in tempi e a profondità differenti. Successivamente si è proceduto, previo scongelamento dei campioni, a sgretolare il terreno con setacci per renderlo più omogeneo e idoneo alla semina in cassettine di plastica della capacità volumetrica di 800 cm^3 contenenti circa 700 g di terreno. In ognuna di queste sono state seminate le essenze test sensibili ai diserbanti da ricercare, idonee a segnalare la presenza dei principi attivi anche in quantità infinitesimali. Tali piante spia erano: *Abutilon theophrasti* per isossaflutolo, *Cucumis sativus* per terbutilazina e *Beta vulgaris* var. *saccarifera* per sulcotrione. Contemporaneamente sono state predisposte cassettine di riferimento trattate con quantità note e decrescenti del principio attivo oggetto di studio e seminate con la medesima pianta test (diluizioni standard). I sintomi di fitotossicità sono stati valutati visivamente utilizzando la scala empirica 0-10 (0 = nessun sintomo; 10 = morte o mancata nascita della pianta). Per confronto tra le manifestazioni fitotossiche delle piante cresciute sui campioni prelevati in campo e quelle delle piante sviluppate nelle diluizioni standard, è stata determinata la concentrazione di diserbante biologicamente attivo presente nei campioni analizzati.

RISULTATI

L'andamento stagionale è stato caratterizzato nel corso del 1997, da una ridotta piovosità nei mesi primaverili, la quale si è ristabilita sulle medie stagionali durante giugno e luglio. Nel 1998 sono cadute abbondanti piogge nella terza decade di maggio, a cui è seguito un trimestre siccitoso con precipitazioni molto ridotte e temperature elevate, che si sono abbassate solo a partire dalla metà di settembre con la ripresa delle piogge. In tali condizioni climatiche i dati ottenuti attraverso il monitoraggio con metodi biologici dei residui dei diserbanti nelle due differenti tipologie di terreno, hanno fornito i risultati illustrati di seguito.

Tabella 1 - Persistenza e percolazione di terbutilazina applicata a differenti dosi e in due diversi tipi di terreno in pre-emergenza del mais negli anni 1997-1998. Pianta test: cetriolo (*Cucumis sativus*). Prelievi a diversi tempi (n° giorni) dal trattamento (T)

Nome comune	Dose l/ha di f.c. (g/ha p.a.)	Anno	Profondità prelievo (cm)	µg/kg (ppb) di p.a. presenti nei campioni di terreno prelevati in campo *(1)								Limite di sensibilità in ppb
				Terreno sabbioso (a)				Terreno argilloso (b)				
				1°	2°	3°	4°	1°	2°	3°	4°	
TERBUTILAZINA (560 g/litro)	1 (560)	1997	0-5	-	-	-	-	<87,5	<175	<175	<87,5	< 10,9 (<1/128 della dose distribuita)
			5-15	-	-	-	-	<21,9	0	0	<87,5	
			15-30	-	-	-	-	0	0	0	0	
			30-45	-	-	-	-	0	0	0	0	
	1,5 (840)	1997	0-5	-	-	-	-	<350	<350	<350	<175	
			5-15	-	-	-	-	0	<43,8	0	<87,5	
			15-30	-	-	-	-	0	0	0	0	
			30-45	-	-	-	-	0	0	0	0	
	2 (1120)	1997	0-5	-	-	-	-	350	175	<350	<350	
			5-15	-	-	-	-	0	0	<43,8	<21,9	
			15-30	-	-	-	-	0	0	0	0	
			30-45	-	-	-	-	0	0	0	0	
	1,5 (840)	1998	0-5	2100	2100	-	-	2100	2100	2100	-	<65,7 (<1/32 della dose distribuita)
			5-15	0	<65,7	-	-	0	<65,7	<262,5	-	
			15-30	0	0	-	-	0	0	0	-	
			30-45	0	0	-	-	0	0	0	-	

*(1) Epoche prelievi: **(a)**: 1998 - 1°= T+67; 2°= T+99; **(b)**: 1997 - 1°= T+33; 2°= T+69; 3°= T+105; 4°= T+152; 1998 - 1°= T+50; 2°= T+71; 3°= T+105.
- = prelievo non effettuato

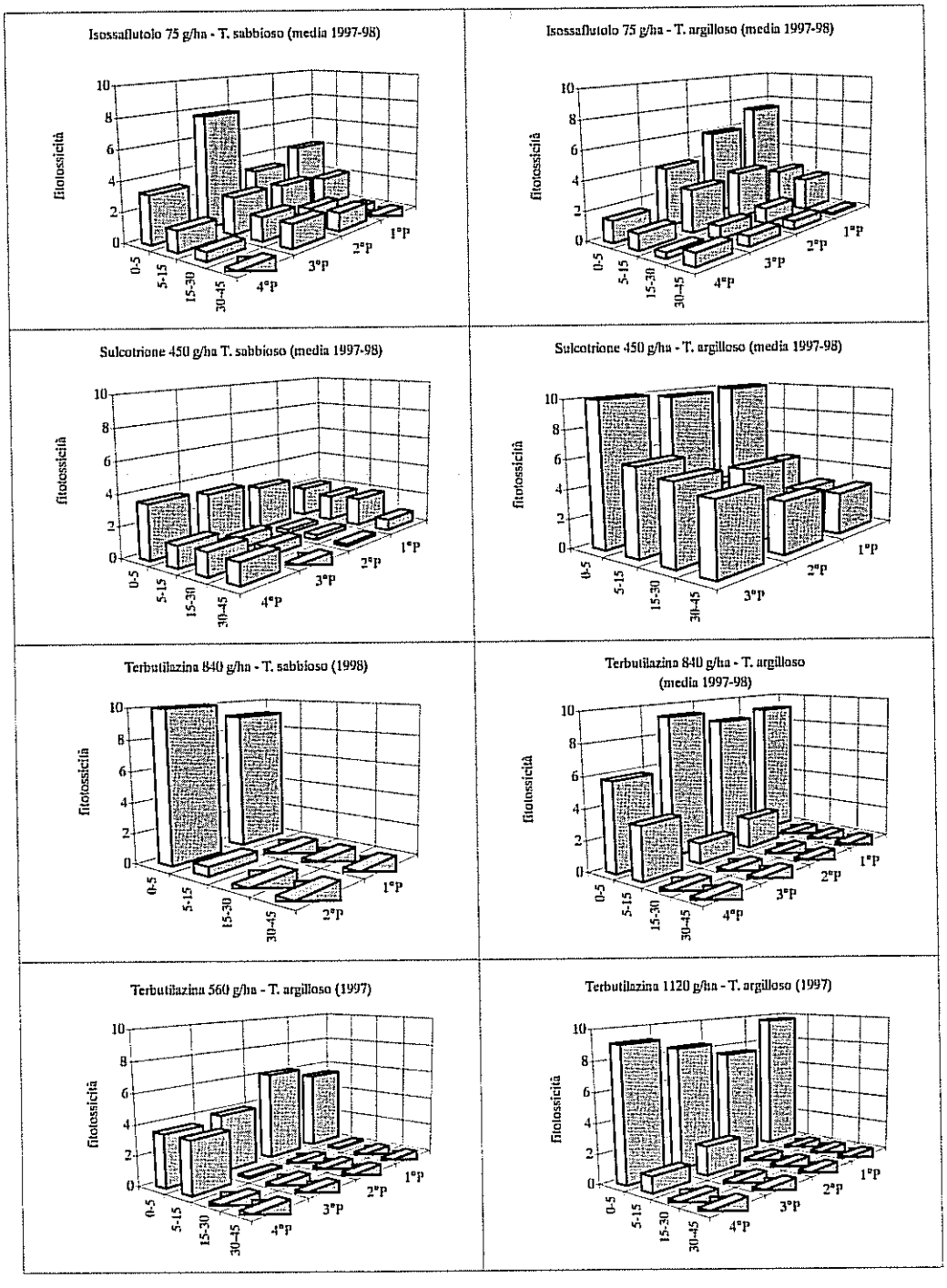
terreno	anno	trattamenti (T)	% sabbia	% limo	% argilla	% S.O.	pH	C.S.C.
sabbioso	1998	pre-em. 09/04/1998	76	14	10	0,87	8,34	9,4
argilloso	1997	pre-em. 02/04/1997 post-em. 08/05/1997	22	46	32	2,37	7,89	28,9
	1998	pre-em. 02/04/1998 post-em. 06/05/1998	22	46	32	2,37	7,89	28,9

Tabella 2 - Persistenza e percolazione di isossaflutolo applicato in pre-emergenza e di sulcotrione distribuito in post--emergenza del mais negli anni 1997-1998 in due diversi tipi di terreno. Piante test: cencio molle (*Abutilon theophrasti*) per isossaflutolo e barbabietola (*Beta vulgaris*) per sulcotrione. Prelievi a diversi tempi (n° giorni) dal trattamento (T)

Nome comune	Dose l/ha di f.c. (g/ha p.a.)	Anno	Profondità prelievo (cm)	µg/kg (ppb) di p.a. presenti nei campioni di terreno prelevati in campo *(1)								Limite di sensibilità in ppb
				Terreno sabbioso (a)				Terreno argilloso (b)				
				1°	2°	3°	4°	1°	2°	3°	4°	
ISOSSAFLUTOLO (75%)	100 (75)	1997	0-5	<5,9	<5,9	<5,9	<5,9	<11,7	<5,9	<5,9	<5,9	<2,9 (<1/64 della dose distribuita)
			5-15	<2,9	0	<2,9	<5,9	<2,9	<2,9	<5,9	<5,9	
			15-30	0	0	<2,9	<2,9	0	0	0	<2,9	
			30-45	0	0	<5,9	0	0	0	<2,9	<2,9	
		1998	0-5	<11,7	<11,7	<11,7	-	<23,4	11,7	<23,4	-	<1,5 (<1/128 della dose distribuita)
			5-15	<11,7	<11,7	<11,7	-	<11,7	<11,7	<11,7	-	
			15-30	0	<5,9	<5,9	-	<5,9	<5,9	<1,5	-	
			30-45	0	<5,9	<1,5	-	0	<1,5	<1,5	-	
SULCOTRIONE (300 g/litro)	1,5 (450)	1997	0-5	0	<35,2	<35,2	<8,8	140,6	140,6	140,6	-	<8,8 (<1/128 della dose distribuita)
			5-15	0	0	<8,8	<8,8	<70,3	<70,3	<35,2	-	
			15-30	0	0	<8,8	<8,8	<35,2	<140,6	<35,2	-	
			30-45	0	0	0	<8,8	<35,2	<35,2	<35,2	-	
		1998	0-5	<8,8	0	0	-	<281,3	<35,2	-	-	<8,8 (<1/128 della dose distribuita)
			5-15	<8,8	0	0	-	0	0	-	-	
			15-30	<8,8	0	0	-	0	0	-	-	
			30-45	<8,8	0	0	-	0	0	-	-	

*(1) Epoche prelievi: (a): **1997** - *Isossaflutolo*: 1°= T+43; 2°= T+78; 3°= T+130; 4°= T+172. *Sulcotrione*: 1°= T+7; 2°= T+42; 3°= T+63; 4°= T+105. **1998** - *Isossaflutolo*: 1°= T+67; 2°= T+99; 3°= T+152. *Sulcotrione*: 1°= T+31; 2°= T+63;3°= T+116. (b): **1997** - *Isossaflutolo*: 1°= T+33; 2°= T+69; 3°= T+105; 4°= T+152. *Sulcotrione*: 1°= T+28; 2°= T+66;3°= T+100. **1998** - *Isossaflutolo*: 1°= T+50; 2°= T+71; 3°= T+105. *Sulcotrione*: 1°= T+37; 2°= T+71.
- = prelievo non effettuato

Percolazione e persistenza degli erbicidi applicati in pre e post-emergenza del mais negli anni 1997 - 1998



La terbutilazina, triazina che si è inserita al posto dell'atrazina nel diserbo del mais per la lotta alle più comuni infestanti dicotiledoni, nel 1997 è stata saggiata solo nel terreno più argilloso dove è stata applicata a tre differenti dosaggi: 560, 840 e 1120 g/ha di principio attivo, corrispondenti a 1, 1,5 e 2 l/ha di formulato commerciale. L'erbicida ha confermato la sua lunga persistenza nel terreno, dove è rimasto in forma biologicamente attiva per un periodo di oltre 5 mesi indipendentemente dalla dose di applicazione, anche se le concentrazioni rilevate a 152 giorni dalla distribuzione in campo, sono risultate maggiori nelle parcelle trattate con la dose più elevata di terbutilazina. Per quanto concerne la percolazione di questo diserbante, si è riconfermata la sua ridotta mobilità oltre i primi 15 cm del profilo del terreno. Nel secondo anno di indagine terbutilazina, saggiata in entrambe i tipi di terreno solo alla dose di 840 g/ha di principio attivo è persistita a lungo manifestando concentrazioni elevate dopo oltre tre mesi dall'applicazione in campo. La mobilità è risultata ridotta, rimanendo localizzata nei primi 15 cm del profilo del suolo.

L'isossaflutolo è un nuovo principio attivo impiegato nel diserbo preventivo del mais per contenere le infestazioni di *Abutilon theophrasti*, specie che negli ultimi anni si è rapidamente diffusa nei comprensori maidicoli provocando problemi nella coltivazione. Impiegato unicamente alla dose di 75 g/ha di principio attivo, nel 1997 su terreno sabbioso ha manifestato una persistenza superiore ai cinque mesi, percolando poco ma gradualmente lungo il profilo del terreno esplorato. Dopo oltre 4 mesi dall'applicazione è stata rilevata la presenza dell'erbicida nello strato di terreno compreso tra 30 e 45 cm di profondità. Nel terreno più argilloso è stato osservato un comportamento analogo, anche se le concentrazioni rilevate nei primi prelievi che sono stati effettuati, sono risultate più elevate. Nel 1998 isossaflutolo ha manifestato nei due diversi terreni, un comportamento analogo all'anno precedente, persistendo per oltre 5 cinque mesi e approfondendosi con gradualità. Il diserbante è stato rilevato nello strato inferiore (30 - 45 cm) solo dopo circa tre mesi in entrambe le località caratterizzate da diversi tipi di terreno.

Il sulcotrione, prodotto appartenente alla nuova famiglia chimica dei trichetoni, che viene impiegato in post-emergenza per il controllo delle infestanti dicotiledoni e di alcune graminacee ai primi stadi di sviluppo, è stato applicato alla dose di 450 g/ha di principio attivo in entrambe gli anni sia nel terreno sabbioso che in quello argilloso. Nel primo anno di prova il prodotto, nel terreno più sciolto è stato rilevato in concentrazioni ridotte fino a 63 giorni dal trattamento, mentre nell'ultimo campionamento effettuato a 105 giorni, i residui del diserbante sono risultati ulteriormente diminuiti. La mobilità di sulcotrione in questo terreno è stata ridotta: l'erbicida ha raggiunto la profondità di 30-45 cm solo a 105 giorni dal trattamento. Nel terreno argilloso il prodotto è persistito in concentrazioni elevate fino ad oltre 100 giorni dalla sua applicazione sulla coltura ed è percolato rapidamente lungo tutto il profilo. Nel corso 1998, probabilmente per il differente decorso stagionale caratterizzato da abbondanti piogge alla fine del mese di maggio, si è osservato un comportamento differenziato di sulcotrione impiegato nei medesimi terreni rispetto all'anno precedente. In quello più sabbioso ha manifestato un persistenza molto ridotta e già a due mesi dal trattamento era rilevabile solo in tracce, mentre la sua mobilità è risultata superiore approfondendosi rapidamente fino a 45 cm. Nel campo di prova più argilloso il sulcotrione è stato rilevato in concentrazioni elevate anche a 71 giorni dal trattamento. La percolazione dell'erbicida in questo terreno è invece risultata più limitata e negli strati più profondi il diserbante è stato rilevato solo in tracce.

CONCLUSIONI

I risultati ottenuti dalle analisi biologiche, effettuate sui campioni prelevati in campo nel biennio di prove, permettono di trarre alcune considerazioni sul comportamento dei diserbanti

saggiati che vengono largamente impiegati nel diserbo di pre e post-emergenza del mais per il contenimento delle più comuni infestanti dicotiledoni e, seppur in misura minore, graminacee. Sono stati confermati i maggiori rischi relativi all'impiego di terbutilazina in relazione all'elevata persistenza manifestata da questo prodotto in tutti i tipi di terreni oltre la raccolta della coltura, la quale se non viene gestita in modo razionale può determinare l'insorgenza di sintomi di fitotossicità sulle colture sensibili che seguono il mais nella rotazione, quali frumento e barbabietola da zucchero. Analoghe considerazioni possono esser fatte per quanto riguarda il sulcotrione e più in particolare l'isossaflutolo, ma senza destare eccessive preoccupazioni. Essendo più mobili e influenzabili dalle precipitazioni piovose, è necessario porre particolare attenzione nella gestione dell'irrigazione per evitare un'eccessiva percolazione dell'erbicida con conseguente inquinamento delle falde superficiali. Rimane comunque minimo il rischio che questi due nuovi principi attivi, se correttamente impiegati, possano danneggiare le colture di successione o raggiungere le acque di falda, considerando che solo quantità infinitesimali di frazioni attive superano lo strato di 30-45 cm di profondità del suolo. Inoltre la degradazione avviene, nel corso dei mesi estivi, più lentamente nei terreni più argillosi dove la mobilità risulta più ridotta e più velocemente in quelli sciolti e più poveri di sostanza organica, che si caratterizzano per una più scarsa capacità di trattenimento degli erbicidi.

LAVORI CITATI

BERNARD J.L., BERAUD J.M., 1995. Conaissance du spectre d'activité herbicide de la sulcotrione poue le désherbage du maïs. 16ª Conferenza del Columa, II, 797-804.

FOSCHI S., RAPPARINI G., FLORI P., 1991. Mobilità nel terreno di erbicidi distribuiti per il diserbo del mais localizzato ed a tutto campo. Atti 8° Simposio Chimica degli antiparassitari, 161-170.

RAPPARINI G., CAMPAGNA G., TALLEVI G., MARCHI F., 1997. Studio della persistenza e percolazione di nuovi erbicidi con test biologici nel triennio 1994-96. Notiziario tecnico CRPV, 51, 63-79.

ROUCHAUD J., NEUS O., CALLENS D., 1998/b. Sulcotrione soil persistence and mobility in summer maize and winter crops. Weed Research, 38, 361-371.

ROUCHAUD J., NEUS O., CALLENS D., BULCKE R., 1998/a. Isoxaflutol herbicide soil persistence and mobility in summer corn and winter crops. Bullettin of Environmental Contamination and Toxicology, 60, 577-584.

TRACCHI G., BALLASSO G., MAGLI G, 1996. RPA 201772. Erbicida innovativo per il contenimento delle infestanti dicotiledoni e graminacee del mais. Atti Giornate Fitopatologiche, 1, 271-278