



Regione Campania
SeSIRCA



Commissione Europea,
DG 6 F II



Università degli Studi di
Napoli Federico II
Dipartimento di
Ingegneria Agraria ed
Agronomia del Territorio

Giornata di lavoro

QUALITÀ DEL TABACCO ED ASPETTI AGRONOMICI

*Portici, 28 marzo 2003
Università di Napoli Federico II, Facoltà di Agraria*

A CURA DI
M. ISABELLA SIFOLA

Note Informative - N. 17

Progetto finanziato da Tobacco Research and Information, 96/T/55

Sommario

Presentazione V. AITA	5
Introduzione G. BARBIERI L. POSTIGLIONE	7
Qualità e tecnica colturale in tabacco Virginia G. COVARELLI	13
Qualità ed aspetti agronomici del tabacco Burley M. I. SIFOLA	21
Tabacco Virginia Bright: la fertirrigazione come strumento per migliorare la resa quali-quantitativa S. MIELE, M. BERTOLACCI, G. MILLI, L. FOSCHI	33
Effetti della coltivazione e della cura del tabacco sull'utilizzo nei prodotti da fumo A. NUNZIATA	45
Effetti della tecnica colturale sul tenore di condensato del tabacco Burley R. CONTILLO	57
Uso di metodi eco compatibili di difesa e riduzione dei danni da oidio e da virus su tabacco E. LAHOZ, P. IOVIENO, R. CONTILLO, F. PORRONE, A. CARELLA, C. BIONDINI	67
	3

Gli effetti dello stress salino su colture cellulari di differenti genotipi di tabacco	71
D.A. LOMBARDI, F. RAIMO, P. ANGELINI	
Controllo della concimazione azotata per un miglioramento della qualità del tabacco Bright	87
F CASTELLI, R. CONTILLO	
Produzione e qualità (alcune caratteristiche intrinseche) di una coltura di tabacco Burley sottoposta a differenti livelli di concimazione azotata in tre diversi areali della Campania	95
M. MORI	

Presentazione

Il settore del tabacco è stato investito da forti tensioni, tuttora in corso, a causa della proposta di riforma della OCM presentata dalla commissione UE che prevederebbe una soppressione progressiva dell'attuale regime su un periodo di tre anni, un disaccoppiamento del premio per il tabacco ed una eliminazione graduale del fondo Comunitario per il tabacco, accompagnato dalla creazione di una dotazione finanziaria per la ristrutturazione delle zone dedite alla tabacchicoltura.

La preoccupazione degli operatori della filiera, condavisa da questo Assessorato è che tale proposta possa pregiudicare del tutto il futuro della coltivazione e della trasformazione del tabacco con ripercussioni molto serie sul piano economico occupazionale e sociale di tante aree, come quelle campane, caratterizzate da elevati tassi di disoccupazione.

Si pensi che tra i paesi dell'Unione Europea, l'Italia è il principale produttore di tabacco con una produzione di circa 123.000 t, rappresentata per il 49% da quella campana proveniente, in massima parte dalle province di Benevento, Caserta e Avellino (dati ISTAT 2002).

Inoltre il settore del tabacco vede coinvolte, a tempo pieno o parziale, circa 134.000 persone con un'alta incidenza nella regione Campania caratterizzata da aziende di dimensioni ridotte, a conduzione familiare e con elevato apporto di manodopera stagionale per le fasi di trapianto, cimatura e raccolta.

L'auspicio è che si arrivi ad una riforma della OCM sul tabacco calata nelle varie realtà produttive e di mercato che assicuri stabilità e garanzia di continuità al settore e che non favorisca un abbandono indiscriminato della produzione.

Non va tuttavia dimenticato che il problema del tabagismo va affrontato con azioni incisive in tutte le sedi opportune; accanto all'opera di informazione sui danni provocati alla salute umana molto può fare anche la ricerca attraverso la messa a punto di nuove varietà più adatte alle esigenze del mercato e al rispetto dell'ambiente e di metodi colturali meno nocivi alla salute dell'uomo.

E', pertanto con piacere che abbiamo accettato di dare un nostro contributo alla giornata di lavoro organizzata dalla Facoltà di Agraria dell'Università di Napoli Federico II dal titolo "Qualità del tabacco ed aspetti agronomici" di cui vengono presentati gli atti.

Vincenzo Aita
Assessore Regionale all'Agricoltura

Introduzione

L'incontro di oggi su "Qualità del tabacco ed aspetti agronomici" è organizzato dal Dipartimento di Ingegneria agraria ed Agronomia del Territorio dell'Università di Napoli Federico II nell'ambito del programma di ricerca **96/T/55** finanziato dal *Tobacco Research and Information* (DG VI – FII) della Commissione Europea.

L'Italia è uno dei Paesi più importanti per l'economia del tabacco, sia direttamente nella fase agricola sia a valle della stessa, ed in particolare la Campania si colloca ai primi posti in ciascuno di questi settori. Oltre che diffondere i risultati della ricerca e della sperimentazione lungo tutta la filiera produttiva, questa giornata vuole essere un primo momento di incontro e di riflessione tra Ricercatori, Tecnici, Industria ed Amministratori per fornire una rassegna critica sulle problematiche e tematiche emergenti, tecniche e socio-economiche, per avviare nuove iniziative per alternative sostenibili di economia e politica agraria, regionale e nazionale, anche alla luce delle implicazioni di legislazione sanitaria che direttamente vede il coinvolgimento del settore.

Prof. G. Barbieri
Direttore del Dipartimento di Ingegneria
Agraria ed Agronomia del Territorio
(Università di Napoli Federico II)

Cari colleghi,

desidero, in primo luogo, dare anche io un cordiale saluto agli studiosi e ai tecnici intervenuti a questa giornata di studio su “Qualità del tabacco ed aspetti agronomici”.

Mi sia consentito, poi, di ringraziare il prof. Alessandro Santini, Preside della Facoltà, ed il Prof. Giancarlo Barbieri, Direttore del Dipartimento, per le lusinghiere espressioni avute nei miei confronti per la mia attività di studioso del tabacco; e ringrazio tutti voi che avete dato il vostro plauso a tali espressioni.

Evidentemente questo favorevole giudizio si riferisce, più che alla qualità dei risultati conseguiti, alla costanza del mio impegno nelle ricerche su tale coltura nel corso di circa mezzo secolo: il mio primo lavoro sul tabacco, infatti, fu pubblicato nel 1957, i più recenti sono usciti nel 2002, e l'ultimo, in collaborazione con la dott.ssa M.I. Sifola che ringrazio anche per aver organizzato questo convegno, è in corso di stampa su *Plant and Soil*.

Non posso nascondere che questo mio intervento è circondato da un velo di tristezza, non tanto per motivi personali (da pensionato non potrò continuare con lo stesso impegno le ricerche sul tabacco), ma soprattutto perché la coltura del tabacco sembra avviata ad un fatale declino per la lotta che viene fatta al fumo, e ciò comporterà in alcune zone pure problemi di ordine sociale ed economico. In previsione di tale congiuntura, alla fine degli anni '70, avevamo costituito il gruppo di studio “la salute ed il fumo”, e nei decenni successivi abbiamo condotto, tenendo presente lo stesso obiettivo, varie ricerche collegiali nell'ambito dell'Unione Europea, per alcune delle quali ho avuto l'onore di essere il coordinatore. Dette ricerche hanno fornito sempre valide informazioni scientifiche e consentito utili applicazioni tecniche, hanno pure ridotto di poco qualche sostanza dannosa ma non sono riuscite ad eliminare la nocività del fumo, né forse potevano farlo. Inoltre, sulla scia di ricerche iniziate negli USA, abbiamo studiato anche la possibilità di estrarre le proteine dal tabacco prima dell'impiego per il fumo, in modo da eliminare alcuni composti azotati principali costituenti delle sostanze nocive, oppure di destinare la coltivazione del tabacco alla sola produzione di proteine (dal tabacco, tra l'altro, è facilmente estraibile l'enzima 1,5 difosfato ribulosio carbossilasi, proteina cristallizzabile di alto valore biologico); ma entrambe queste soluzioni sono risultate allo stato attuale non adottabili.

Ritengo, tuttavia, che il tabacco continuerà ad essere anche in futuro una delle piante più studiate, date la facilità di allevarla, la brevità del ciclo, le sue capacità di adattamento ad ambienti diversi, la morfologia della sua parte epigea, la sua plasticità, nonché per i suoi rapporti con i parassiti, i

quali a loro volta possono facilmente essere studiati sul tabacco (basta pensare ai primi virus).

Non è quindi il caso di scoraggiarci. Dobbiamo credere nelle possibilità future, così come fecero coloro che ci hanno preceduto.

E, a proposito di questi ultimi, svolgendosi questo convegno nella Facoltà di Agraria di Portici, mi sembra doveroso richiamare alla vostra memoria due eminenti studiosi di Portici, che alla loro epoca hanno segnato un tempo nella ricerca scientifica sul tabacco. Mi riferisco ad Orazio Comes e a Michele Benincasa.

Il primo, professore di Botanica in questa Facoltà, fu autore di vari lavori sulla morfologia e la fisiologia del tabacco e sull'influenza che le condizioni climatiche esercitano su questa pianta. Tali lavori culminarono nel 1905 con la pubblicazione della magistrale opera "Sulle razze dei tabacchi: filogenesi, qualità ed uso", opera corredata da una raccolta di campioni di tabacco che già nel 1900 all'Esposizione universale di Parigi aveva ottenuto la medaglia d'oro. Nella filogenesi dei tabacchi, il Comes raggruppò in sei varietà botaniche i vari tipi di tabacco ascrivibili alla specie *Nicotiana tabacum*, riuscendo, a quell'epoca, a distinguere, nelle varie "razze" coltivate, le differenze derivanti dal clima da quelle proprie delle varietà.

Tale opera costituì una novità per le conoscenze di quei tempi, e per oltre mezzo secolo è stata alla base di ogni classificazione del tabacco e di enorme utilità per i primi lavori di selezione delle nuove cultivar.

Il dott. Michele Benincasa, a sua volta, fu il vero artefice della diffusione della coltivazione del tabacco in Italia. Laureato a Portici, alto funzionario del Monopolio, era il supervisore dell'Istituto sperimentale per il Tabacco di Scafati, e lavorò sempre in stretto contatto con il Prof. Emanuele de Cillis.

Incominciò con il risolvere il problema della crescita delle piantine nei semenzai, prima falciate dal marciume radicale provocato dalla *Thielavia basicola* Zopf. Dopo una serie di prove sperimentali, nel 1902, pubblicò un lavoro nel quale consigliava l'impiego nei semenzai di terriccio sterilizzato mediante "abbruciamento o debbio".

Proseguì poi per quasi tutta la prima metà del secolo con vari lavori di adattamento, di incroci e selezione, riuscendo a costituire nuove varietà di tabacco adatte ai differenti ambienti di coltivazione italiani. Ed è importante notare che, data l'epoca, certamente non aveva studiato genetica, e che le sue conoscenze nel settore dovevano essere estremamente limitate. Tuttavia per Cava dei Tirreni e la Campania costituì il Burley "Gran Reddito", che ancora si coltiva, malgrado l'esistenza di tanti nuovi tipi, ed il Burley "Giuseppina"; per le piane del Sele e del Volturno costituì il Maryland "Benincasa"; per l'Umbria ed il Veronese, dove l'introduzione del Virginia non dava i risultati attesi, costituì il "Bright Italia"; e poi tutto il lavoro di

adattamento delle nuove varietà di tabacchi levantini o orientali importati nel Salento ed in parte dell'Abruzzo all'inizio del '900 dalla Turchia (cito solo la costituzione dell'"Erzegovina Gigante").

Il ricordo di queste due personalità mi spinge ad evidenziare, senza nulla togliere ai meriti delle Facoltà consorelle qui degnamente rappresentate, la peculiarità e la grandezza della Scuola di Portici. Comes, infatti, è stato il tipico scienziato dedito alla ricerca di base, mentre Benincasa rappresenta lo studioso impegnato nella ricerca applicata, teso a risolvere i problemi dell'agricoltura del Mezzogiorno, e in questo caso anche dell'intera Nazione.

Ricerca di base e soluzione dei problemi emergenti hanno fatto della Scuola di Portici un faro nell'agricoltura del Mezzogiorno.

Prof. L. Postiglione

QUALITÀ E TECNICA COLTURALE IN TABACCO VIRGINIA

Gino Covarelli,

Dipartimento di Scienze Agroambientali e della Produzione vegetale, Università di Perugia

La tecnica colturale del tabacco, come quella della maggior parte delle altre colture agrarie, subisce continue evoluzioni atte a migliorare la qualità del prodotto oltre che, ma in via subordinata, la resa unitaria.

Il miglioramento qualitativo del tabacco Virginia ha assunto particolare importanza da quando il premio comunitario si basa per il 35% sulle sue caratteristiche estrinseche ed intrinseche.

In Italia il Virginia occupa la maggior parte della superficie coltivata a tabacco (Fig. 1).

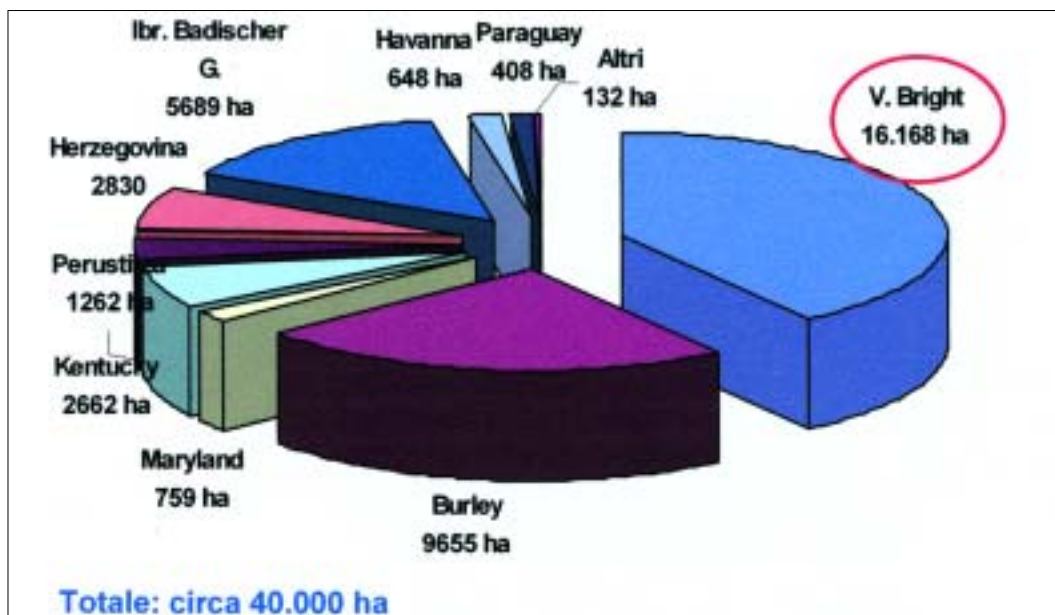


Figura 1. Distribuzione della superficie di tabacco in Italia (Fonte ISTAT).

Gli aspetti della tecnica colturale del tabacco Virginia che possono o, in alcuni casi, devono essere migliorati, sono: sistemazioni idraulico-agrarie, scelta varietale, allevamento delle piantine, epoca di trapianto, irrigazione, concimazione e cimatura con conseguente uso di fitoregolatori.

1. Sistemazione idraulico-agrarie del terreno

Può sorprendere un po' che tra gli aggiornamenti di una tecnica coltura-

le si parli ancora di un intervento quale è quello delle sistemazioni idraulico-agrarie raccomandato da circa duemila anni, ma la frequente osservazione di campi con uno sgrondo dell'acqua lento e difficile in una coltura suscettibile al marciume radicale, accentuato proprio dai ristagni d'acqua e che necessita in primavera di un tempestivo innalzamento delle temperature del terreno, inducono a reinserire questa pratica agronomica tra quelle ancora di massima attualità (Fig. 2).



Figura 2. Una cattiva sistemazione dei terreni causa ristagni idrici che provocano gravi inconvenienti alla coltura del tabacco.

Va sottolineato che un difficile sgrondo delle acque dal terreno induce anche a rimandare le operazioni di trapianto e di raccolto che invece devono essere eseguite prima possibile appena le condizioni meteorologiche lo consentono.

2. Scelta varietale

Nella scelta varietale è necessario avere l'obiettivo di raccogliere prevalentemente in agosto-settembre tabacco maturo e ciò è possibile con varietà precoci che in genere forniscono produzioni più basse delle varietà tardive. Finora la scelta è stata quasi esclusivamente a favore di queste ultime, ma ci si dovrà orientare anche verso le prime anche per avere una raccolta più scalare e non concentrata in un periodo ristretto.

La varietà più coltivata nell'Italia centrale attualmente è la K394 che abbinata un'elevata produttività ad un'eccellente qualità. Dopo questa, più usata è

la varietà K326 che sopporta meglio un eventuale ritardo nella raccolta ed ha una cura più facile.

Dalla sperimentazione eseguita nell'Italia Centrale nell'ambito del progetto finalizzato dall'E.U. (94/T/12) su alcune nuove varietà è possibile trarre alcune considerazioni (Tab. 1).

VARIETA'	Produzione (Kg ha⁻¹)	Fioritura (GDT)	Nicotina (%)	Condensati (mg/sig.)
K394 ⁽¹⁾	4627	79	2.2	22.4
K326 ⁽¹⁾	4494	79	2.3	23.9
NC55 ⁽²⁾	4544	75	2.5	23.5
ITB31612 ⁽³⁾	4296	68	4.0	22.2
ITB609 (ITB657) ⁽²⁾	4659	69	3.8	20.7
EMH14 ⁽¹⁾	3920	78	2.7	23.8

⁽¹⁾ medie di 4 anni (1996-1999); ⁽²⁾ medie di 2 anni (1998-1999)
⁽³⁾ valori relativi ad un solo anno (1999)

Tabella. 1. *Caratteristiche produttive delle principali varietà di Virginia.*

La cv. K394 è stata sempre la più produttiva seguita, seppure non sempre in maniera significativa, dal K326. Entrambe hanno confermato una media precocità e di possedere un basso contenuto di nicotina.

ITB609 è risultata la nuova varietà più interessante mostrando un'alta precocità di fioritura e di raccolta, una elevata produttività, una buona tolleranza al PVY e un basso contenuto di TAR nel fumo. Grazie alla sua precocità, ITB609 sembra particolarmente interessante nelle zone tabacchicole caratterizzate da una breve stagione vegetativa. In queste condizioni infatti la possibilità di affiancare alle varietà americane K394 e K326 questa varietà più precoce potrebbe risultare interessante al fine di ottenere una scalarità della maturazione, sicuramente utile per la raccolta meccanizzata. Tra le caratteristiche negative di ITB609 va segnalata l'elevato contenuto di nicotina nelle foglie, che tuttavia può essere positivamente ridotto elevando l'altezza di cimatura fino a 22-24 foglie utili e aumentando la densità d'impianto. Inoltre, in alcuni casi si è riscontrata una certa predisposizione all'inclinazione delle piante sotto l'effetto di forti venti e delle macchine per la raccolta, la qual cosa è un ostacolo a quest'ultima operazione. Comunque, va sottolineato che tale inconveniente può essere ridotto

mediante la rincalzatura che oltre ad agevolare la raccolta meccanica delle foglie basali favorisce la radicazione delle piante rendendole più resistenti all'urto. Di recente l'ITB (Institut du Tabac de Bugnac) ha cercato di attenuare questo inconveniente con la nuova varietà ITB657.

NC55 ha mostrato un basso contenuto di nicotina insieme ad una buona qualità merceologica e ad una ottima tolleranza al PVY; tuttavia risulta una varietà tardiva e con un elevato contenuto di TAR nel fumo. In ogni caso, il suo impiego potrebbe essere consigliato in quelle zone di coltivazione caratterizzate da un'elevata pressione infettiva del virus del PVY o comunque in quelle zone con una stagione vegetativa piuttosto lunga. EMH14 ha mostrato, rispetto a K394, una produttività inferiore di circa il 20% ed un contenuto di nicotina nelle foglie curate piuttosto elevato (media al 2,7%). E' molto precoce in quanto ha permesso di raggiungere l'80% di produzione raccolta 15 giorni prima delle varietà americane e quasi sempre entro il mese di settembre.

3. Semina in alveoli delimitati da polistirolo galleggiante nell'acqua (float system)

Il sistema tradizionale di allevamento di piantine consiste nel seminare andatamente, insieme all'acqua o materiale inerte 1 grammo di tabacco ogni 8/10 m² per avere 500-700 piantine a m², spesso disformi ed esili a causa di un'elevata competizione tra di esse; quando trapiantate, queste piante hanno una lenta ripresa vegetativa.

Attualmente la semina del tabacco deve necessariamente avvenire con il metodo del float-system usando seme confettato per avere una sola pianta per alveolo. Per la metodologia di questa relativamente nuova tecnica si rimanda al lavoro di sintesi Beuchat e Milli (2002) su questo argomento. E' necessario però ricordare e sintetizzare i vantaggi:

- disponibilità di piante con sviluppo iniziale uniforme che saranno sottoposte tutte contemporaneamente alle diverse operazioni colturali e soprattutto alla raccolta;
- possibilità di disporre per il trapianto di piantine robuste, con radici integre e ben conformate per i tagli subiti in precedenza un cm al disopra dell'apice vegetativo;
- diminuzione delle fallanze in campo rispetto a quelle riscontrabili impiegando le piantine ottenute con il metodo tradizionale;
- rapido sviluppo della coltura dopo il trapianto con conseguente anticipo della maturazione e quindi della raccolta;
- riduzione dell'impiego dei fitofarmaci che, almeno per le prime fasi vegetative del tabacco saranno distribuiti su una superficie molto ridotta;

- riduzione del costo di produzione rispetto a quello degli altri sistemi tradizionali (piante a radice nuda o con zolletta).

4. Anticipare l'epoca di trapianto

L'epoca di trapianto deve essere leggermente anticipata rispetto a quelle in cui avviene attualmente. L'allevamento delle piantine con il sistema del float system consente di averle in primavera al momento desiderato. L'anticipo di circa una decade di questa operazione colturale è fattibile ed auspicata in tutte le condizioni pedoclimatiche; ciò consentirebbe di anticipare di un ugual periodo la maturazione.

Ritardare il trapianto significa ritardare il ciclo della coltura e di conseguenza la maturazione che si protrarrà in ottobre, mese in cui insolazione e temperatura non sono ottimali per la formazione degli zuccheri e delle sostanze aromatiche nelle foglie che quindi saranno di qualità inferiore a quelle maturate in agosto-settembre.

5. Controllo delle piante infestanti

Il controllo delle piante infestanti, nella coltura del tabacco, è stato oggetto di una pubblicazione (Covarelli-Pannacci 2002) al termine del progetto dell'U.E. 94/T/22. Si ripongono molte speranze nel nuovo p.a. clomazone per ovviare alcuni inconvenienti evidenziati con i già collaudati pp.aa. (Tab. 2).

PIANTE INFESTANTI	Sensibilità
Graminacee	
<i>Digitaria sanguinalis</i>	S
<i>Echinochloa crus-galli</i>	S
<i>Panicum dichotomiflorum</i>	S
<i>Setaria spp.</i>	S-MS
Dicotiledoni	
<i>Amaranthus retroflexus</i>	MR
<i>Chenopodium album</i>	S-MS
<i>Diploaxis eruroides</i>	MS
<i>Fallopia convolvulus</i>	MS
<i>Polygonum aviculare</i>	MS
<i>Polygonum persicaria</i>	S-MS
<i>Polygonum lapathifolium</i>	S-MS
<i>Portulaca oleracea</i>	S
<i>Sinapis arvensis</i>	MS
<i>Solanum nigrum</i>	S-MS
Legenda: S=sensibile ; MS=med. sensibile ; MR = med. resistente .	

In sintesi si può affermare che la tecnica usuale di diserbo del tabacco è basata sull'impiego di pendimethalin in pre-trapianto, pur con la nota limitazione di avere un'efficacia limitata lungo la fila della coltura. Questo inconveniente si elimina con l'abbinamento a pendimethalin in pre-trapianto del predetto clomazone, impiegato in post-trapianto localizzato (Fig. 3).

Il clomazone in post-trapianto ha mostrato una buona efficacia verso tutte le specie in prova, eccetto *A. retroflexus* (Fig. 4), che richiede quin-

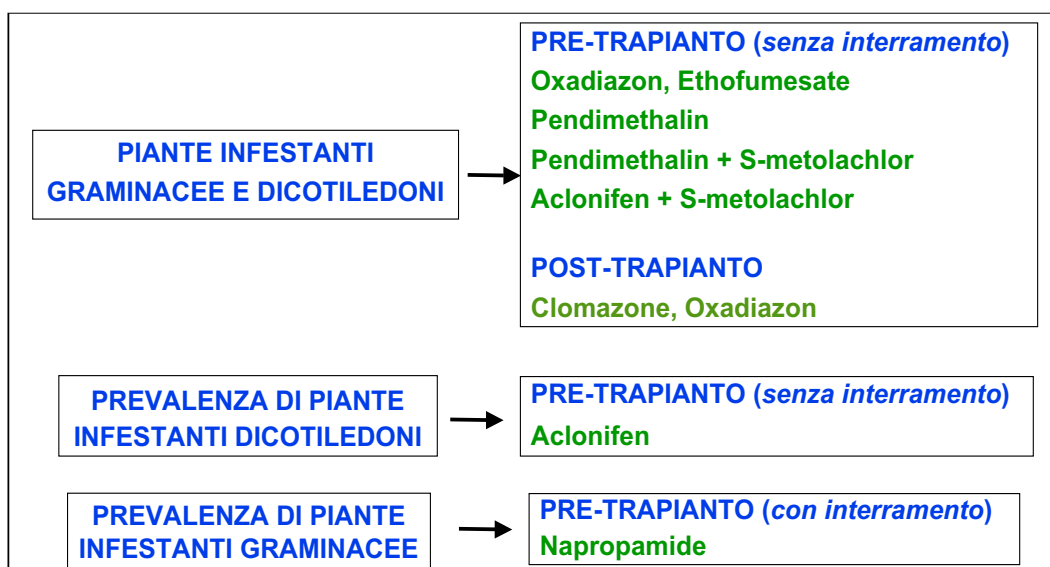


Figura 3. Possibilità d'intervento nel tabacco con il diserbo in funzione della flora infestante.



Figura 4. Plantula, infiorescenza e pianta adulta di *Amaranthus retroflexus* L.

di un intervento specifico.

Tuttavia è fondamentale la tempestività del trattamento, che deve essere eseguito subito dopo il trapianto o contemporaneamente allo stesso, con le piante infestanti non ancora emerse.

In assenza di A. retroflexus e con un trattamento molto precoce l'impiego del solo clomazone in post-trapianto localizzato sulla fila e abbinato alla sarchiatura dell'interfila sembra una soluzione molto razionale perché consente di ottenere un buon controllo riducendo l'impiego del mezzo chimico.

6. Cimatura e conseguente trattamento con fitoregolatori

La cimatura del tabacco Virginia è indispensabile per avere un tabacco molto aromatico e facilmente raccogliabile a macchina. Si deve eseguire appena compare il bottone florale, stadio che, con tempestivo trapianto e l'impiego di cv. precoci o mediamente precoci, può essere raggiunto entro il mese di luglio.

L'impiego di fitoregolatori subito dopo il taglio della parte apicale della pianta può essere eseguito con due interventi separati a distanza di circa dieci giorni l'uno dall'altro, o contemporaneamente purché l'ultima foglia lasciata sulla pianta abbia le dimensioni di almeno 15-20 cm.

Per cicatrizzare il caule tagliato e devitalizzare le gemme ascellari si possono usare prodotti a base dell'alcool grasso N-decanolo (De-Sprout N o Royaltac N, 79% di p.a.), diluiti in un volume di 600 l/ha di acqua, al 1,5% o 2,5% in funzione dello sviluppo e vigore delle piante di tabacco. Spesso è necessario ripetere il trattamento a distanza di pochi giorni. Per ogni intervento si usano 12-15 l/ha di Royaltac N.

Indipendentemente dal dover eseguire uno o due dei trattamenti descritti è indispensabile l'uso dell'Idrazide Maleica impiegando 10-12 l ha⁻¹ del formulato commerciale Royal MH liquido (contiene 168 g l⁻¹ di p.a.) in 600 l di acqua, o 2-3 kg ha⁻¹ di Royal MH 60G che contiene 600 g kg⁻¹ di p.a. sotto forma granulare o polvere solubile.

L'altezza di cimatura influenza la qualità del tabacco, l'epoca di fine raccolta e la produzione finale; minore è il numero delle foglie lasciate nelle piante, maggiore è il loro contenuto di zucchero e nicotina che in esse si forma favorito anche dalla maggiore precocità di maturazione (Tab. 3).

Per le problematiche inerenti la concimazione e l'irrigazione si rimanda alle specifiche relazioni programmate successivamente.

Investimento (pte. m²) x n. foglie per pianta	Foglie curate (kg ha⁻¹)	Rapporto zuccheri/nicotina	Nicotina (%)
2 x (12, 15, 18)	3764 a	6.3 a	3.0 a
2.5 x (12, 15, 18)	3922 b	5.5 a	3.1 a
3 x (12, 15, 18)	3976 b	6.7 a	2.9 a
(2, 2.5, 3) x 12	3660 a	5.6 a	3.3 a
(2, 2.5, 3) x 15	3893 b	6.1 b	2.9 b
(2, 2.5, 3) x 18	4108 c	7.1 c	2.6 c

Tabella 3. *Investimento e altezza di cimatura: influenza sulla quantità e qualità della produzione.*

7. Riassunto e conclusioni

La qualità del tabacco Virginia può essere migliorata, oltre che con un'appropriata concimazione ed irrigazione, realizzando una perfetta sistemazione idraulico-agraria del terreno, un'appropriata scelta varietale con un giusto spazio alle cv. precoci, l'allevamento delle piantine con il metodo del float-system, l'anticipo di almeno una decade dell'epoca di trapianto ed un'appropriata scelta di erbicidi, nonché di fitoregoalitori dopo la cimatura delle piante.

QUALITÀ E ASPETTI AGRONOMICI DEL TABACCO BURLEY

M.I. Sifola

*Dipartimento di Ingegneria Agraria ed Agronomia del Territorio
Università di Napoli Federico II*

1. Premessa

Alla luce dell'ultima OCM (regolamento no. 546/2002) i tabacchicoltori sono chiamati a produrre garantendo standard di qualità elevati. Per tali motivi, gli sforzi per migliorare la qualità in tabacco non possono e non devono rimanere disattesi.

Numerose sono state le ricerche che negli ultimi anni hanno tentato di dare risposta a questa domanda di qualità, molte delle quali hanno riguardato gli aspetti agronomici poiché la qualità si crea prima di tutto in campo durante il processo produttivo ed è fortemente influenzata dalle tecniche colturali, oltre che dai fattori ambientali.

Di seguito, si riportano i principali risultati di studi condotti negli ultimi anni nell'ambito di progetti di ricerca finanziati dai fondi europei del Tobacco Research and Information. Si tratta, in particolare, di ricerche sulla concimazione azotata (Progetto no. 94/T/19-24) e sull'irrigazione con acque di scarsa qualità per eccesso di cloruro di sodio (Progetto no. 96/T/55).

Tutte le prove di cui si riferisce sono state condotte nella Piana del Sele (SA) su colture di tabacco Burley cv. C 104 allevate con tecnica americana, che prevede cimatura delle piante in fase di fioritura (a 22-24 foglie) e raccolta e cura a pianta intera a circa 30 giorni dalla cimatura. La concimazione azotata è stata distribuita come segue: il 50% al trapianto (solfato ammonico) e la restante parte in copertura (nitrato ammonico) in due interventi, in fase di rosetta ed all'inizio della fase di allungamento dello stelo. Tutti gli altri interventi di tecnica colturale sono stati quelli standard per il tabacco Burley nella zona. Per ulteriori dettagli sulle prove sperimentali, si rimanda ai seguenti lavori pubblicati: Sifola e Postiglione (2002a), Sifola e Postiglione (2002b), Sifola e Postiglione (2003).

2. La concimazione azotata e l'irrigazione in tabacco Burley

L'azoto (N) è un elemento molto importante per il tabacco come per altre specie. Da esso dipendono l'accrescimento e lo sviluppo delle piante, la ripartizione della sostanza secca tra i diversi organi, lo sviluppo fogliare.

E' accertato l'effetto di tale elemento sulla qualità: elevate concentrazioni

di N fogliare sono positivamente correlate al contenuto di nicotina delle foglie curate e negativamente correlate al contenuto in zuccheri. L'eccesso di concimazione azotata riduce l'aroma, il gusto del tabacco oltre che la combustibilità per eccesso di sostanze proteiche nelle foglie (McCants e Woltz, 1967). L'eccesso di N crea problemi di accumulo di nitrati nelle foglie ed è ormai accertato che i nitrati, insieme ai nitriti ed alla nicotina sono i precursori delle N-nitrosammine specifiche del tabacco, riconosciute potenzialmente cancerogene (Tso, 1990). Non va dimenticato, inoltre, che l'eccesso di N aumenta il rischio di inquinamento da nitrati delle acque superficiali e profonde, problema molto sentito negli ultimi anni in agricoltura.

L'eccesso di concimazione azotata è una pratica molto diffusa tra i tabacchicoltori campani ma viene segnalata anche in altre aree di coltivazione del Burley nel mondo. Da una recente indagine condotta in aziende tabacchicole campane (province di Napoli, Caserta e Salerno) sui principali aspetti di tecnica colturale è risultato che in almeno cinque siti su sette monitorati la concimazione azotata superava la dose di 200 kg ha⁻¹ (Sifola, 2002a). Le dosi di N consigliate per il tabacco sono comprese tra i 100 ed i 200 kg N ha⁻¹, come risulta sia dai dati di asportazione indicati dalla Regione Campania per i tabacchi "light" (5 kg N /q di sostanza secca) (Regione Campania, 2000) sia dai risultati riportati in letteratura. Alcuni autori indicano, infatti, in 160 kg N ha⁻¹, altri in 200-220 kg N ha⁻¹, il limite superiore oltre il quale non si hanno miglioramenti della risposta quali-quantitativa in tabacco Burley (Nichols et al., 1966; Atkinson e Sims, 1971; Milonas et al., 1979; Link e Terril, 1982).

Uno dei fattori più importanti nel modulare la risposta alla concimazione azotata in tabacco come in altre specie è l'irrigazione. Essa infatti determina la disponibilità idrica per le piante da cui dipendono l'assorbimento, l'assimilazione, la ripartizione e l'utilizzazione dell'N.

La prova di cui si riferisce ha previsto il confronto fattoriale tra quattro livelli di concimazione azotata (un testimone non concimato e dosi di 120, 240 e 360 kg N ha⁻¹) e due regimi idrici (un testimone non irrigato e restituzione del 100% dell'ETc).

2.1. Principali risultati

I risultati della prova su descritta hanno evidenziato che la sostanza secca delle foglie curate in condizioni irrigue aumenta in generale con la concimazione azotata, con valori massimi alla dose di 240 kg N ha⁻¹ (Sifola e Postiglione, 2003). In condizioni non irrigue, l'N non esercita al contrario alcun effetto sulla sostanza secca delle foglie curate ma può produrne un leggero incremento se i regimi pluviometrici risultano particolarmente favorevoli (Sifola e Postiglione, 2002b).

La ripartizione della sostanza secca tra foglie e steli non varia per effetto della concimazione azotata, particolarmente in condizioni non irrigue (Sifola e Postiglione, 2002b). Maggior sostanza secca viene in generale ripartita agli steli a scapito delle foglie in condizioni irrigue. Tale risultato è determinato dalla maggiore crescita delle piante irrigate rispetto a quelle non irrigate che richiede quindi un maggiore supporto alle strutture della pianta.

L'assenza di effetto della concimazione azotata sui coefficienti di ripartizione della sostanza secca spiega poi la risposta alla concimazione azotata della sostanza secca dell'intera pianta alla raccolta (Sifola e Postiglione, 2003) che infatti mostra una risposta ai trattamenti coerente rispetto a quella già discussa per le foglie curate.

L'accumulo di N nella biomassa aerea delle piante evidenzia prima di tutto valori massimi di N piuttosto contenuti in condizioni non irrigue rispetto alle condizioni irrigue (50 kg N ha^{-1} vs. 150 kg N ha^{-1} , rispettivamente) (Sifola e Postiglione, 2003). In condizioni non irrigue, inoltre, non emerge nè un effetto delle date di campionamento nè un effetto della concimazione azotata. Solo il testimone non concimato accumula in generale una quantità di azoto significativamente inferiore rispetto alle dosi di 120, 240 e 360 kg N ha^{-1} . In condizioni irrigue, invece, emerge un effetto significativo delle date di campionamento e delle dosi di N (Sifola e Postiglione, 2003). A fine ciclo ed in quasi tutte le condizioni sperimentali, si registra in tabacco una riduzione delle quantità di N accumulate presumibilmente a causa della traslocazione delle sostanze azotate alla radice, già segnalata da alcuni autori in tabacco flue-cured e particolarmente in condizioni di deficit idrico (Goenaga et al., 1989).

In Figura 1 (Sifola e Postiglione, 2003) è riportato l'andamento in un biennio di sperimentazione dell'indice di efficienza di assorbimento dell'N distribuito con la concimazione, espresso come percentuale della dose distribuita (Recovery Fraction, RF) secondo Novoa e Loomis (1981). Tale indice descrive l'efficienza apparente di assorbimento, in quanto calcolato per differenza sul testimone non concimato. Si parte infatti dal presupposto che l'N assorbito dal testimone non concimato rappresenti la riserva di N del suolo disponibile per le piante. L'RF diminuisce all'aumentare della dose di concimazione. Tale comportamento risulta evidente in condizioni irrigue mentre in condizioni non irrigue viene registrato solo in corrispondenza del rilievo a 57 giorni dal trapianto (DAT) nel 1997. L'RF, inoltre, aumenta con l'età della coltura particolarmente in irriguo, iniziando poi a ridursi già a 70 DAT nel 1996 ma solo a fine ciclo nel 1997. L'RF infine risulta sempre piuttosto bassa, non superando mai il 45% in condizioni irrigue ed assumendo valori massimi di appena il 22% in assenza di irrigazione (Fig. 1). Valori bassi dell'RF sono già stati riportati in tabacco Burley da MacKown e Sutton (1997) e risultano in linea con quanto riportato

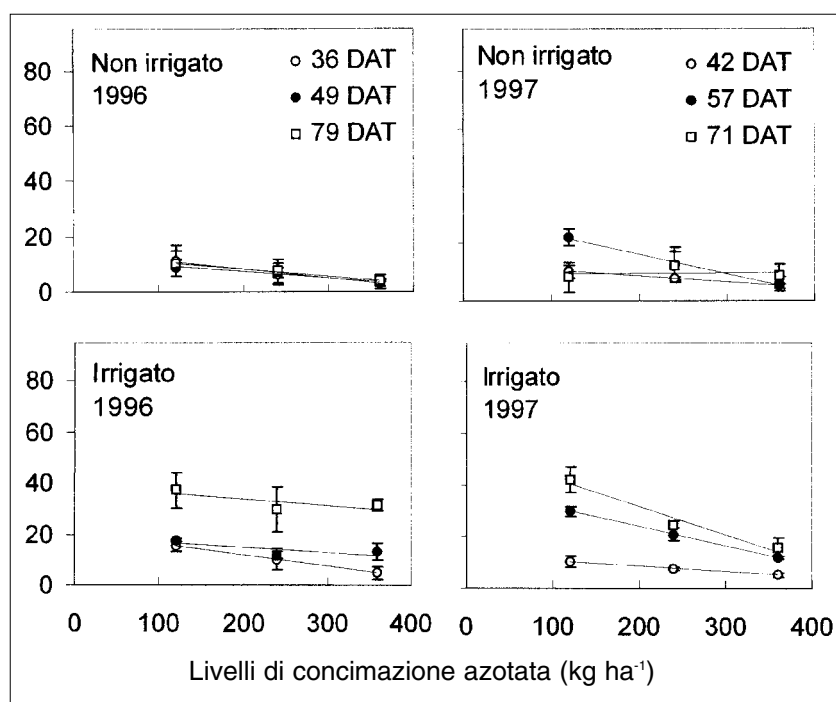


Figura 1. Effetto dei differenti livelli di concimazione azotata sulla RF (Recovery fraction) di piante non irrigate ed irrigate nel 1996 e 1997 (in Sifola e Postiglione, 2003).

per i cereali (Raun e Johnson, 1999). Essi potrebbero essere migliorati prima di tutto riducendo le eventuali perdite di N con le perdite di biomassa (ad esempio, nel caso in esame non si è tenuto conto dell'N dell'apice asportato con la cimatura) e migliorando il metodo di calcolo (è riconosciuto che il metodo per differenza, utilizzato per calcolare l'RF, sottostima i valori di efficienza di assorbimento rispetto al metodo che utilizza ^{15}N), ma soprattutto controllando le perdite di N dal suolo attraverso i processi di denitrificazione, volatilizzazione e lisciviazione. Tali perdite sono difficili da stimare soprattutto in ambiente Mediterraneo per l'elevata variabilità intrannuale di variabili quali temperatura del suolo, contenuto idrico, etc.

Relativamente alla qualità, il contenuto di nitrati delle foglie in generale cresce al crescere delle dosi di concimazione anche se in modo marcato solo in condizioni irrigue (Sifola e Postiglione, 2003). Durante il ciclo colturale, esso aumenta con l'età della coltura, iniziando a ridursi alla fioritura o prima in relazione al particolare andamento stagionale, per poi diminuire consistentemente alla raccolta in corrispondenza di tutti i livelli di concimazione azotata (Sifola e Postiglione, 2003). La riduzione alla raccolta dei nitrati delle foglie rappresenta un risultato importante in quanto indica chiaramente che in certe condizioni sperimentali (ad esempio: ottimo rifornimento idrico, rac-

colta e cura a pianta intera), anche in corrispondenza delle dosi di N più elevate, il contenuto di nitrati delle foglie che vengono portate alla cura si mantiene entro limiti piuttosto bassi (Sifola e Postiglione, 2003). Presumibilmente, nell'ultima fase di crescita, i nitrati, che rappresentano sostanze di riserva, vengono trasformati in aminoacidi più facilmente traslocabili ad altri organi, soprattutto radici. Questo risultato è senza ombra di dubbio uno dei vantaggi della raccolta e cura a pianta intera.

L'ipotesi di flussi di N in uscita da foglie non senescenti (verdi) nelle ultime fasi del ciclo è stato già dimostrato sempre in tabacco Burley C 104 da Sifola (2002b) in un esperimento biennale. Infatti, nelle foglie, flussi di azoto in ingresso sono riscontrabili nelle fasi iniziali del ciclo, almeno sino a 50 DAT (fase di rapido allungamento dello stelo). Nella seconda metà del ciclo colturale si evidenziano, invece, budget azotati virtualmente uguali a zero o flussi di N in uscita dalle foglie (Sifola, 2002b). Sia i flussi in ingresso sia quelli in uscita risultano in generale indipendenti dai trattamenti a confronto (concimazione ed irrigazione), indicando l'effetto prevalente di modelli fisiologici, guidati dai processi di sviluppo della pianta, piuttosto che l'effetto di fattori colturali o ambientali.

Per quanto riguarda la qualità, Sifola e Postiglione (2002b) riportano che l'aumento delle dosi di N riduce significativamente il potere di riempimento (6.6 nel testimone non concimato e $5.6 \text{ cm}^3 \text{ g}^{-1}$ alla dose massima di N) mentre l'irrigazione determina un aumento di tale parametro (5.6 vs. $6.8 \text{ cm}^3 \text{ g}^{-1}$ in condizioni non irrigue ed irrigue, rispettivamente). La concentrazione di nicotina nel fumo di sigaretta mostra un andamento crescente con la concimazione azotata (3.6 del testimone non concimato e 4.5 mg g^{-1} in corrispondenza della dose massima di N) e risulta significativamente più elevata nelle piante non irrigate rispetto alle piante irrigate (5.2 vs. 3.3 mg g^{-1} , rispettivamente) (Sifola e Postiglione, 2002b). Non viene, inoltre, registrato nessun effetto per dosi superiori a 120 kg N ha^{-1} sul numero di aspirazioni per sigaretta in condizioni irrigue. Tale parametro non sembra rispondere alla concimazione azotata in assenza di irrigazione (Sifola e Postiglione, 2002b). Infine, lo stesso esperimento mostra che il contenuto in condensato del fumo di sigaretta si riduce all'aumentare delle dosi di N, presumibilmente per un fenomeno di diluizione (Flower, 1999), e l'effetto risulta evidente solo in condizioni irrigue.

3. Salinità delle acque di irrigazione

Una delle principali cause di salinizzazione secondaria (di origine antropica) dei suoli è l'irrigazione. La necessità di utilizzare per l'irrigazione acque con elevato contenuto di sali si verifica sempre più spesso durante la stagione irrigua nei comprensori irrigui Mediterranei per la forte competizione nel-

l'uso dell'acqua per attività civili ed industriali. La salinizzazione dei suoli dovuta all'uso di acque irrigue saline è per il momento un processo reversibile in quanto sono sufficienti le piogge invernali a lisciviare i sali al di sotto dello strato di suolo interessato dagli apparati radicali delle piante, ripristinando la situazione iniziale.

Va comunque detto che la salinizzazione dei suoli si aggrava durante la stagione irrigua anche per effetto dell'elevata domanda evapotraspirativa che tende a concentrare i sali nel suolo ed è già accertato che l'uso continuo di acque saline può creare problemi al suolo nel lungo periodo.

Tra le tecniche colturali utili al controllo della salinizzazione dei suoli, di particolare interesse è il metodo irriguo: è ormai dimostrato, infatti, che alcuni metodi rispetto ad altri permettono un migliore controllo della salinizzazione dei suoli. Nessuno studio di tipo agronomico sull'effetto della salinizzazione del suolo per irrigazione con acque saline è stato sino ad ora condotto in tabacco a causa del fatto che, almeno sino ad oggi, la salinità delle acque di irrigazione e dei suoli ha rappresentato il problema minore in tutti gli ambienti di coltivazione di tale specie. La tabacchicoltura in area Mediterranea oggi tuttavia rischia di incorrere in restrizioni significative, già evidenti per altre specie (ortive, fruttiferi), ed è per questo che l'Unione Europea a partire dal 1998 ha finanziato un progetto di ricerca su tali argomenti. Oltre a richiedere una valutazione sulla risposta quali-quantitativa alla salinità di questa specie, l'Unione Europea ha chiesto alle Unità di Ricerca una valutazione dell'effettivo rischio a scala territoriale locale di salinizzazione dei suoli nelle aree di coltivazione del tabacco.

A tale scopo sono stati condotti due esperimenti, uno di campo con l'obiettivo di valutare la risposta quali-quantitativa della coltura, uno di tipo territoriale per l'accertamento del rischio, attuale o potenziale, di salinizzazione dei suoli nelle aree tabacchicole regionali.

La prova in campo ha previsto il confronto tra un controllo irrigato con acque consortili di buona qualità a conducibilità elettrica (EC_w) di 0.5 dS m⁻¹ e quattro livelli di EC_w delle acque di irrigazione (2.5, 5, 10 e, solo nel biennio 2000/01, 15 dS m⁻¹) ottenuti aggiungendo opportune quantità di NaCl (sale marino commerciale con circa il 24% di Na ed il 51% di Cl) alle acque consortili di buona qualità. Nel biennio 2000/01 inoltre sono stati confrontati due metodi irrigui, per infiltrazione laterale da solchi e a goccia, per i quali le differenze erano rappresentate solo dalla modalità di distribuzione dell'acqua, visto che sia i volumi di adacquamento sia i turni irrigui coincidevano.

L'attività di controllo del rischio territoriale, attuale e potenziale, è stata programmata in un biennio attraverso il campionamento di suoli, acque e piante nelle tre provincie campane maggiormente interessate dalla coltivazione di Burley e cioè Napoli, Caserta e Salerno. Per ridurre il numero di

campionamenti, sono state selezionate, all'interno di ciascuna provincia, aree omogenee per caratteristiche di suolo, agrotecniche e regimi pluviometrici ed all'interno di ciascuna area omogenea sono state selezionate random alcune aziende. La mappa dei siti monitorati è riportata in Figura 2.



Figura 2. *Mappa dei siti monitorati in Campania (in Sifola, 2002a).*

3.1. *Principali risultati*

Il primo parametro ad essere stato valutato è stata la risposta in termini quantitativi, e cioè di resa in foglie curate, alla salinità dell'acqua irrigua. La risposta produttiva alla salinità del suolo è stata studiata applicando una funzione lineare (Maas e Hoffman, 1977) tra la resa relativa, espressa in % della resa massima, e la conducibilità elettrica del suolo (E_{Ce} , $dS\ m^{-1}$) (Sifola e Postiglione, 2002a). La massima riduzione di produzione misurata nel presente esperimento è stata del 30%, in media in due anni di sperimentazione, in corrispondenza delle dosi massime di salinità indicando per il tabacco un comportamento tipico di una specie moderatamente tollerante. Tuttavia i valori di E_{Ce} in corrispondenza dei quali la produzione ha iniziato a ridursi sono risultati sempre piuttosto bassi ($0.5-1.0\ dS\ m^{-1}$, in due anni rispettivamente) indicando un comportamento di moderata sensibilità alla salinità. L' $E_{Ce_{10}}$, e cioè la E_{Ce} che determina riduzioni di produzione del 10%, è risultata di circa $2.8\ dS\ m^{-1}$ come media di due anni. La salinità dell'acqua irrigua ha determinato riduzioni di accrescimento, in termini di sostanza secca e di altezza, del 35 e del 18%, rispettivamente (Sifola e Postiglione, 2002a).

La salinità ha modificato la ripartizione di sostanza secca tra foglie e steli (Sifola e Postiglione, 2002a). La ripartizione di sostanza secca alle foglie è infatti aumentata a scapito dello stelo con la salinità dell'acqua irrigua.

Dal confronto tra i metodi irrigui, è emerso un miglior controllo della salinizzazione del suolo da parte del metodo per infiltrazione laterale da solchi rispetto al metodo a goccia (dati non mostrati), in contrasto con quanto riportato in letteratura. Sembra infatti accertato che il metodo a goccia produca un minore accumulo di sali nel suolo, in quanto in grado, grazie alla minore velocità di distribuzione dell'acqua, di determinare una migliore lisciviazione di sali, in particolare nei suoli argillosi con tendenza a fessurarsi (Crescimanno e Provenzano, 2000). In generale, poi, il tabacco ha risposto meglio in termini quantitativi (sostanza secca, altezza, area fogliare) all'irrigazione per infiltrazione laterale indipendentemente dalla salinità dell'acqua irrigua (dati non mostrati). Tuttavia, la risposta dei metodi irrigui andrà chiarita con ulteriori studi.

Dal punto di vista qualitativo, il contenuto di cloro del trinciato è aumentato all'aumentare della salinità dell'acqua irrigua in entrambi i metodi irrigui, con valori sempre piuttosto alti e compresi tra il 3.9 e 6.5% (NW e SW₃, rispettivamente) nelle piante irrigate a goccia, 4 e 7.4% (NW e SW₄, rispettivamente) nelle piante irrigate per infiltrazione laterale da solchi; il potere di riempimento si è tendenzialmente ridotto variando tra 6.4 e 5.6 cm³ g⁻¹ (NW e SW₄, rispettivamente) nelle piante irrigate a goccia, e 6.2 e 5.3 cm³ g⁻¹ (NW e SW₄, rispettivamente) nelle piante irrigate per infiltrazione laterale da solchi.

Le sigarette confezionate con il tabacco proveniente dalle parcelle salinizzate non hanno fumato, cioè non hanno mantenuto l'accensione nelle condizioni standard delle analisi (ISO 3308, 1991) a causa, presumibilmente, delle elevate concentrazioni di cloruri del trinciato. Tuttavia, le sigarette confezionate con il tabacco sperimentale in miscela standard MS nelle proporzioni del 10 e del 30%, range in cui il tabacco Burley è presente normalmente nelle miscele commerciali, hanno fumato regolarmente, indicando quindi la possibilità di utilizzare il tabacco sperimentale, pur con difetti evidenti di combustibilità da eccesso di cloro, per la manifattura di sigarette.

Le indagini di tipo territoriale hanno evidenziato differenze nelle tecniche colturali e condizioni di crescita (scelte varietali, densità di investimento etc.) tra i diversi siti rilevati (Sifola, 2002a). In generale sono stati registrati elevati livelli di concimazione (N, P e K).

Questa ricerca non ha in generale evidenziato problemi di qualità nè per i suoli nè per le acque considerando ECE, ESP (exchangeable sodium percentage), CSC (capacità di scambio cationico) e pH per il suolo, o ECw e SAR (sodium absorption ratio) per le acque di irrigazione (Sifola, 2002a).

Le concentrazioni di cloro delle acque sono risultate piuttosto variabili, oscillando nei due anni di sperimentazione tra 12.7 e 166.8 mg l⁻¹ tra i diversi siti monitorati. Le EC_w sono risultate, in entrambi gli anni, inferiori a 2 dS m⁻¹ ma si è determinato tuttavia un accumulo di sali nel suolo come emerge dai rapporti EC_e/EC_w sempre superiori ad 1 (Sifola, 2002a). Il contenuto di cloruri delle foglie è risultato compreso tra l'1 ed il 3.2 % (Sifola, 2002a).

4. Considerazioni conclusive

Per quanto riguarda la concimazione azotata, la migliore risposta qualitativa è stata ottenuta con dosi di N comprese tra 120 e 240 kg N ha⁻¹. La concimazione ha migliorato la qualità riducendo i contenuti di condensato, ma la ha peggiorata riducendo il potere di riempimento. La risposta alla concimazione azotata è risultata sempre fortemente influenzata dalla disponibilità idrica. In generale, l'irrigazione, indipendentemente dalle dosi di concime, ha migliorato la qualità complessiva, migliorando la combustibilità, riducendo i contenuti di nicotina e condensato ed aumentando il potere di riempimento. Infine, con la riduzione delle dosi di concime azotato è aumentata, sempre in condizioni irrigue, la proporzione di concime assorbito dalla pianta.

Va, quindi, consigliato ai tabacchicoltori di non eccedere con la distribuzione di N per migliorare generalmente la qualità del prodotto finale e per ridurre contestualmente sia la contaminazione del suolo sia i costi di produzione.

Per quanto riguarda l'irrigazione con acque saline, dall'esperienza di campo è emerso che in base alla risposta quantitativa il tabacco può essere classificato come specie intermedia tra moderatamente sensibile e moderatamente tollerante. Nel caso specifico delle prove in esame, l'irrigazione per infiltrazione laterale da solchi ha controllato meglio la salinizzazione dei suoli e, indipendentemente dalla salinità dell'acqua irrigua, ha prodotto sempre le migliori risposte in termini di accrescimento e produzione. La qualità del prodotto finale è, in generale, peggiorata con la salinità poiché è aumentata la concentrazione di cloruri delle foglie ed è diminuito il potere di riempimento. Tuttavia, sebbene gli elevati contenuti di cloruri abbiano inibito completamente la combustibilità, il tabacco sperimentale è risultato utilizzabile con successo quando miscelato in proporzioni non superiori al 30% in *blend* commerciali che normalmente vedono il tabacco Burley presente in tali proporzioni. Per quanto attiene infine l'analisi territoriale, pur non avendo riscontrato al momento particolari anomalie di acque e suoli attribuibili alla salinità in tutte le aree campionate, le accertate concentrazioni di cloruri delle foglie sono già ben al di sopra di un valore soglia dell'1% riportato

ad esempio da Flower (1999) come livello minimo in grado di determinare problemi di combustibilità.

Se si confrontano poi i valori di E_{Ce} misurati in alcuni dei siti monitorati con i valori di soglia e le E_{Ce10} dell'esperimento di campo, si evidenzia chiaramente, nelle aree tabacchicole regionali, l'esistenza di condizioni in grado di determinare riduzioni di produzione, anche se contenute entro il 10%, e di qualità generale.

5. Letteratura citata

Atkinson W.O., Sims J.L., 1971. Nitrogen composition of Burley tobacco. II. Influence of nitrogen fertilization, suckering practice and harvest date on yield, value and distribution of dry matter among plant parts. *Tob. Sci.* 15, 63-66.

Crescimanno G., Provenzano, G., 2000. La gestione delle irrigazione con acque salino/sodiche in terreni suscettibile a processi di degradazione. *Irrig. Dren.* 47 (1), 21-24.

Flower K.C., 1999. Field practices. In: *Tobacco. Production, chemistry and technology* (D.L. Davis, M.T. Nielsen, eds) Blackwell Science Ltd, Cambridge UK, p. 76-103.

Goenaga R.J., Long R.C., Volk R.J., 1989. Uptake of nitrogen by flue-cured tobacco during maturation and senescence. I. Partitioning and remobilization of reduced-N fractions. *Plant Soil* 120, 141-147.

ISO 3308, 1991. Machine smoking of cigarettes. Ente Tabacchi Italiani, Roma.

Link L.A., Terrill T.R., 1982. Influence of nitrogen and potassium fertilization on the yield, quality and chemical composition of Burley tobacco. *Tob. Int.* 184(14), 26-29.

Maas, E.V., Hoffman, G.H., 1977. Crop salt tolerance. Current assessment. *J. Irrig. Drain. Div.* 103, 115-134.

MacKown C.T., Sutton T.G., 1997. Recovery of fertilizer nitrogen applied to Burley tobacco. *Agron. J.* 89, 183-189.

McCants C.B., Woltz W.G., 1967. Growth and mineral nutrition of tobacco. *Adv. Agron.* 19, 211-269.

Mylonas V.A., Athanasiadis V.N., Perakis X.A., 1979. Effects of nitrogen and potassium on yield, value and chemical composition of Burley tobacco. Coop. Cent. Sci. Res. Relat. Phytopatol. Stud. Group. Agron. Stud. Group. Rep.: 70-83, Oct. 1979. *Tob Abstr.* 1981, n. 39.

Nichols B.C., Davis R.L., Bowman D.R., McMurtrey J.E., 1966. Further studies on fertilizing Burley tobacco in the Tennessee central basin. *Tenn. Agr. Exp. Sta. Bull.* 341.

Novoa R., Loomis R.S., 1981. Nitrogen and plant production. *Plant Soil* 102, 177-204.

Raun W.R., Johnson G.V., 1999. Improving nitrogen use efficiency for cereal production. *Agron. J.* 91, 357-363.

Regione Campania, 2000. Guida alla concimazione. AGS Sviluppo Attività Settore primario, Manuale 33, 157-158, IMAGO MEDIA, Piedimonte Matese (CE).

Sifola M.I., 2002a. Assessment of water quality used for irrigation of tobacco in the Campania region, Italy. Book of Proceedings "Environnement et Identité en Méditerranée, 3-5 luglio, Corte (Corsica), in stampa.

Sifola M.I., 2002b. Changes in leaf nitrogen content of Burley tobacco plants grown under different irrigation and nitrogen fertilization regimes. Book of Proceedings VII ESA (European Society for Agronomy) Congress, Cordoba (Spain), 15-18 July, 463-464.

Sifola M.I., Postiglione L., 2002a. The effect of increasing NaCl in irrigation water on growth, gas exchange and yield of tobacco Burley type. *Field Crops Res.* 71, 81-91.

Sifola M.I., Postiglione L., 2002b. The effect of nitrogen fertilization and irrigation on dry matter partitioning, yield and quality of tobacco (*Nicotiana tabacum* L.) burley type. *Agric. Med.* 132, 33-43.

Sifola M.I., Postiglione L., 2003. The effect of nitrogen fertilization on nitrogen use efficiency of irrigated and non irrigated tobacco. *Plant Soil* 252 (2), 313-323.

Tso T.C., 1990. Production, physiology and biochemistry of tobacco plants. Ideals Inc., Beltsville, MD, USA, 753 p.

6. Ringraziamenti

Queste ricerche sono state possibili grazie ai fondi comunitari del Tobacco Research and Information, Regolamento della Commissione (EEC) n. 2427/93. Esse non necessariamente riflettono il punto di vista della Commissione ed in nessun modo anticipano le sue decisioni future in quest'area.

TABACCO VIRGINIA BRIGHT: LA FERTIRRIGAZIONE COME STRUMENTO PER MIGLIORARE LA RESA QUALI-QUANTITATIVA

S. Miele, M. Bertolacci, G. Milli, L. Foschi

Dipartimento di Agronomia e Gestione dell'Agroecosistema Università di Pisa

L'importante ruolo svolto dalla microirrigazione nella coltivazione delle piante agrarie ad elevato reddito è ormai riconosciuto universalmente, soprattutto in considerazione dell'alta efficienza e possibilità di utilizzare anche acque con elevato tenore salino. Queste peculiarità, infatti, sono state la causa del forte sviluppo che, fin dall'inizio, ha interessato la microirrigazione soprattutto nelle zone aride del globo o, comunque, in quelle realtà dove la disponibilità di acqua dolce era limitata. Successivamente, la possibilità di una distribuzione precisa e puntuale di acqua e fertilizzanti solo nelle zone di assorbimento radicale, nel momento e nella dose in cui le piante e le esigenze culturali lo richiedono, ha portato all'espansione della microirrigazione anche nelle zone temperate e subumide su colture di elevato reddito, esigenti dal punto di vista nutrizionale. A questi fattori si deve aggiungere il sempre crescente interesse a livello politico e sociale nei riguardi della conservazione delle risorse idriche, che è ormai diventata una problematica scottante per tutto il settore agricolo.

Da queste premesse emerge chiaramente, quindi, che la diffusione della microirrigazione (Fig.1) andrà sempre più aumentando, specialmente in un tipo di agricoltura ad alto contenuto tecnico che persegue elevati livelli qualitativi di produzione e criteri sempre più spinti di sostenibilità agro-ambientale.

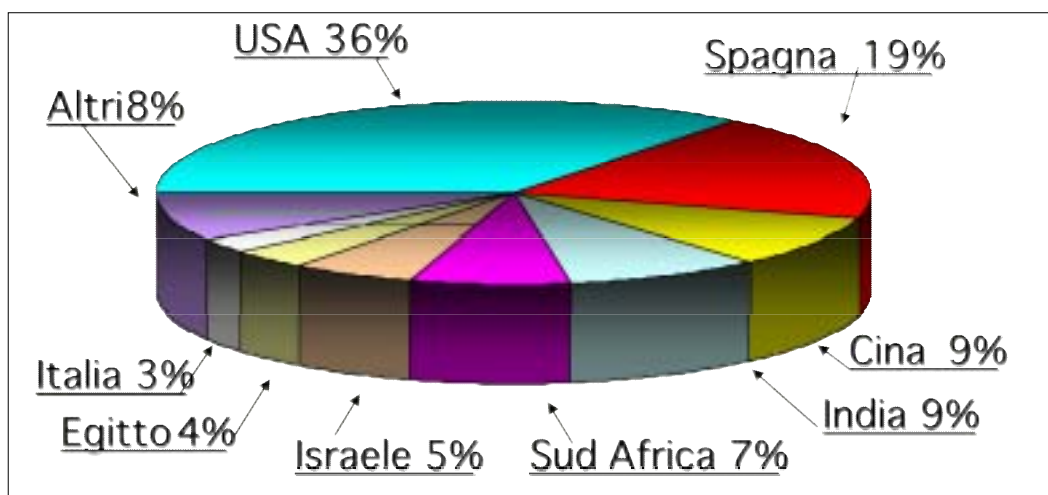


Figura 1. Diffusione della microirrigazione nel mondo (2002). Superficie totale 2.295.995 ha.

I vantaggi della microirrigazione possono essere così riassunti:

- Mantenimento di livelli ottimali di umidità del suolo
- Alta efficienza dell'acqua impiegata
- Bassi costi energetici (Fig. 2)

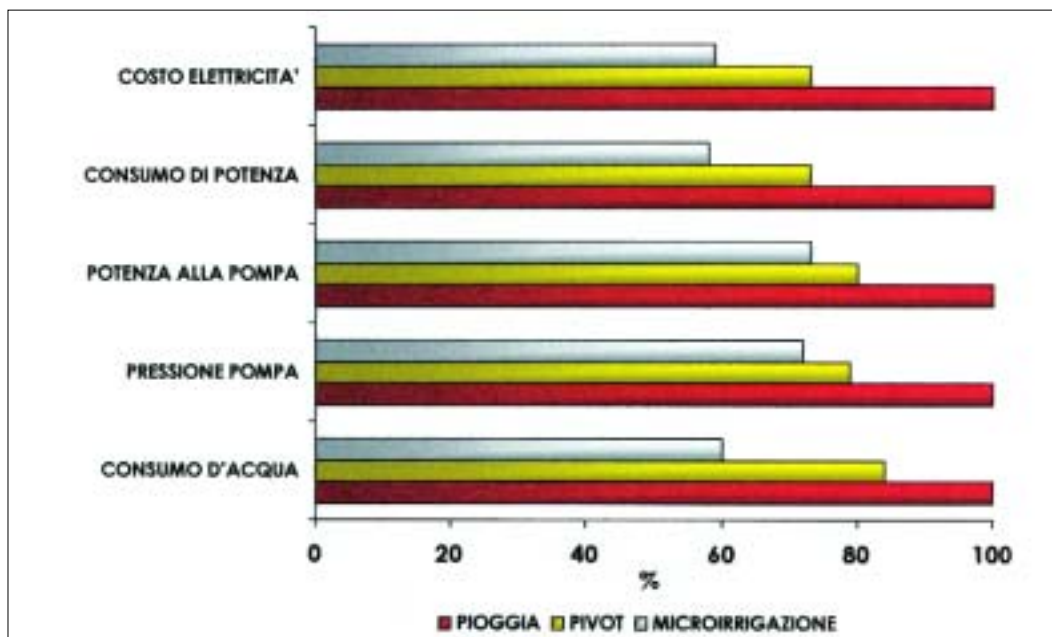


Figura 2. Confronto tra sistemi irrigui (adattato da Austen, 2000).

- Utilizzo di acque con maggior contenuto di sali rispetto ai sistemi irrigui a lungo turno
- Facilità di automazione e ridotto impiego di manodopera
- Distribuzione precisa e puntuale di acqua e fertilizzanti nella zona di assorbimento radicale
- Possibile utilizzo anche in condizioni di alta ventosità
- Minore incidenza di malattie crittogamiche
- Maggiore accessibilità dei terreni con i mezzi meccanici
- Irrigazione di suoli con diversa permeabilità, grazie all'ampia gamma delle portate di erogazione degli apparati presenti sul mercato.

Di contro, i principali svantaggi sono:

- Elevato costo degli impianti
- Possibile intralcio alle operazioni colturali
- Maggiore presenza di infestanti in prossimità delle linee gocciolanti
- Se non ben gestita, possibile accumulo di sali nel terreno e anomalo sviluppo dell'apparato radicale
- Ridotto effetto climatizzante

- Rischio di occlusione degli apparati erogatori in presenza di acque di scarsa qualità con ulteriore aggravio dei costi. Le cause di occlusione possono essere di ordine fisico (solidi in sospensione), chimico (precipitazione di carbonati, fosfati e composti del ferro) e biologico (alghe, mucillagini e aggregazioni batteriche gelatinose).

Sul tabacco, la microirrigazione risulta particolarmente interessante, oltre che per la riduzione dei costi d'intervento, anche per la possibilità di associarla alla fertilizzazione, il che consente di ottimizzare la nutrizione della pianta soprattutto in riferimento alla possibilità di "incidere" sul suo stato trofico nelle fasi intermedie e finali del ciclo. Ciò è della massima importanza specialmente quando si opera su terreni tendenzialmente sabbiosi, con scarsa C.S.C. dove l'utilizzo della sola irrigazione può portare a dilavamento di sali; a questo si aggiunge la possibilità di ovviare ai problemi connessi all'impiego di acqua ad alto contenuto di cloruri.

Molto importante, quindi, risulta la determinazione del reale fabbisogno irriguo della coltura, che è specifico per ogni areale di coltivazione e per ogni tipologia di tabacco.

In considerazione delle potenzialità offerte per la coltura del tabacco dall'irrigazione a goccia abbinata alla fertirrigazione, quindi, il DAGA ha svolto una serie di prove sperimentali nella zona dell'Alta Valle del Tevere, in vista di una possibile introduzione su larga scala di questo metodo. Nel 2000, presso la Fattoria Autonoma Tabacchi, era stata svolta una prova preliminare di confronto fra l'irrigazione del tabacco col sistema tradizionale a pioggia e l'irrigazione a goccia, in cui quest'ultima, a parità di rese quantitative, aveva confermato la potenzialità di un miglioramento qualitativo (Fig. 3)

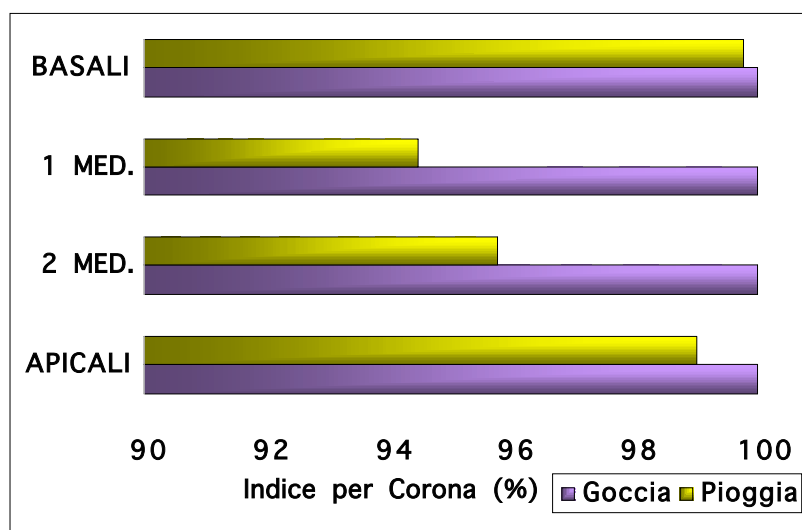
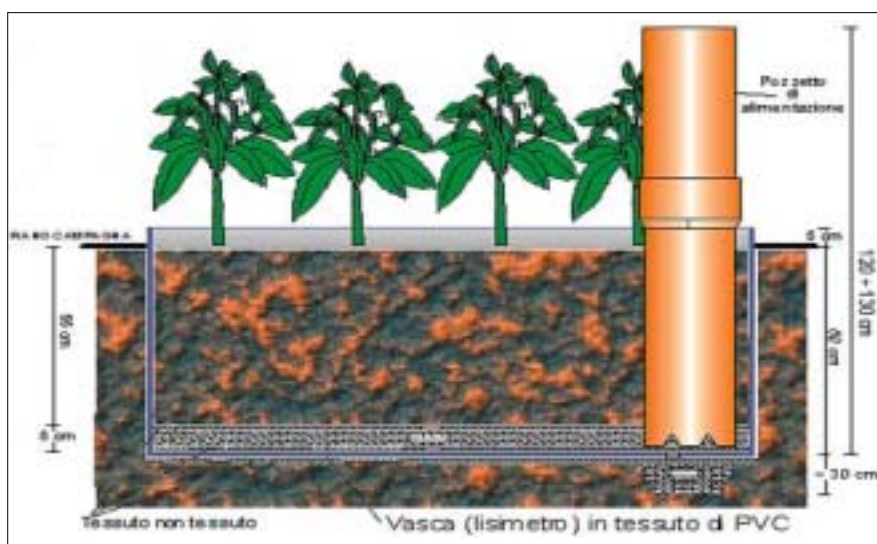


Figura 3. *Indice qualitativo per corona ("Goccia"=100) nel 2000.*

Sulla base di questi risultati è stato programmato un approfondimento della ricerca rivolto alla massima valorizzazione dell'abbinamento tra irrigazione a goccia e fertirrigazione su tabacco Virginia Bright, nelle specifiche condizioni pedologiche, climatiche ed aziendali della zona dell'Alta Valle del Tevere. La sperimentazione, quindi, ha avuto i seguenti obiettivi:

- valutare comparativamente la risposta agronomica e produttiva del tabacco alla somministrazione di acqua e fertilizzanti mediante l'irrigazione a goccia attuata con diverse metodiche e tecniche impiantistiche e gestionali;
- eseguire una misura diretta del fabbisogno irriguo del tabacco nelle specifiche condizioni colturali della zona;
- individuare il rapporto agronomicamente più conveniente fra dose irrigua da applicare e fabbisogni irrigui rilevati dai microlisimetri;
- definire i valori del coefficiente colturale (K_c) da applicare per il più efficiente impiego di acqua e fertilizzanti.

Per l'esecuzione delle prove è stato impiegato un impianto sperimentale di irrigazione a goccia, appositamente messo a punto presso il Laboratorio Nazionale dell'Irrigazione del Dipartimento di Agronomia e Gestione dell'Agroecosistema di Pisa. Tale impianto era in grado di attuare interventi completamente automatizzati, in base ai fabbisogni irrigui del tabacco, rilevati direttamente in campo tramite microlisimetri. Questi sono attrezzature di semplice ed economica realizzazione (Fig.4), capaci di valutare le esigenze irrigue delle colture, in tempo reale, misurando l'acqua assorbita (nelle migliori condizioni di alimentazione idrica) da alcune piante "spia", in relazione allo stadio di sviluppo ed alle condizioni climatiche.



1. Sperimentazione

Nella sperimentazione svolta nel 2001 è stato utilizzato un tubo gocciolante ad uso poliennale con apparato erogatore autocompensante e punti goccia posti ad interdistanza di 50 cm. La prova consisteva nel confronto fra due tecniche di impianto (una linea gocciolante ogni fila ed una fila gocciolante ogni due file di tabacco) e due dosaggi irrigui (80% e 60% del fabbisogno irriguo rilevato dai microlisimetri). In estrema sintesi i risultati della ricerca hanno evidenziato:

- la validità dei microlisimetri per la stima dei fabbisogni irrigui
- una risposta produttiva indifferenziata tra i due dosaggi irrigui
- una maggior idoneità, nelle condizioni pedologiche e colturali della zona, dell'uso di una linea gocciolante per ogni fila.

In considerazione di queste osservazioni, nel 2002 è stata impiegata una sola linea gocciolante per fila, in una prova che poneva a confronto le seguenti tesi:

- testimone irrigato a pioggia, dose irrigua pari a quella "ordinariamente" utilizzata in azienda;
- coltura non pacciamata, dose irrigua pari all'80% rispetto al fabbisogno irriguo stimato con i microlisimetri
- coltura non pacciamata, dose irrigua pari al 60% rispetto al fabbisogno irriguo stimato con i microlisimetri;
- coltura pacciamata dose irrigua pari al 70% rispetto al fabbisogno irriguo stimato con i microlisimetri;
- coltura pacciamata dose irrigua pari al 50% rispetto al fabbisogno irriguo stimato con i microlisimetri.

Nell'impianto di irrigazione a goccia è stato utilizzato un tubo gocciolante leggero con punti goccia da 1 l/h, posti ad una interdistanza di 40 cm.

Le parcelle sperimentali erano costituite da 6 file di tabacco lunghe 105 m.

Le medie decadiche dei fabbisogni irrigui giornalieri rilevati dai microlisimetri sono illustrate in Figura 5, dove sono riportate anche le diverse fasi fenologiche del ciclo di sviluppo delle piante. La Figura 6, invece, mostra l'andamento stagionale delle piogge e dell'evaporato da classe A (EV) insieme a quello del Fabbisogno irriguo per evidenziare la stretta correlazione tra quest'ultimo e l'EV nella fase di pieno sviluppo della coltura.

Un interessante risultato, della sperimentazione 2002, è costituito dalle prime determinazioni dei valori dei coefficienti colturali (Kc) del V. Bright specifici per la zona. In Figura 7, oltre ai suddetti valori di Kc, sono riportati anche quelli mediati per le principali fasi di sviluppo della coltura che

risultano particolarmente utili per la stima dell'ETE a partire dall'Evapotraspirazione Potenziale (vedi riquadro).

Stima del Fabbisogno Irriguo

$$ETE = Kc \times ET_0$$

$$\text{Fabbisogno Irriguo} = ETE - \text{Piogge Utili}$$

ETE = Evapotraspirazione Effettiva, ovvero Fabbisogno Idrico della coltura.

ET₀ = Evapotraspirazione Potenziale, misurata in zona tramite capannina meteo o vasca evaporimetrica.

Piogge Utili = Stimate mediante misure pluviometriche in zona.

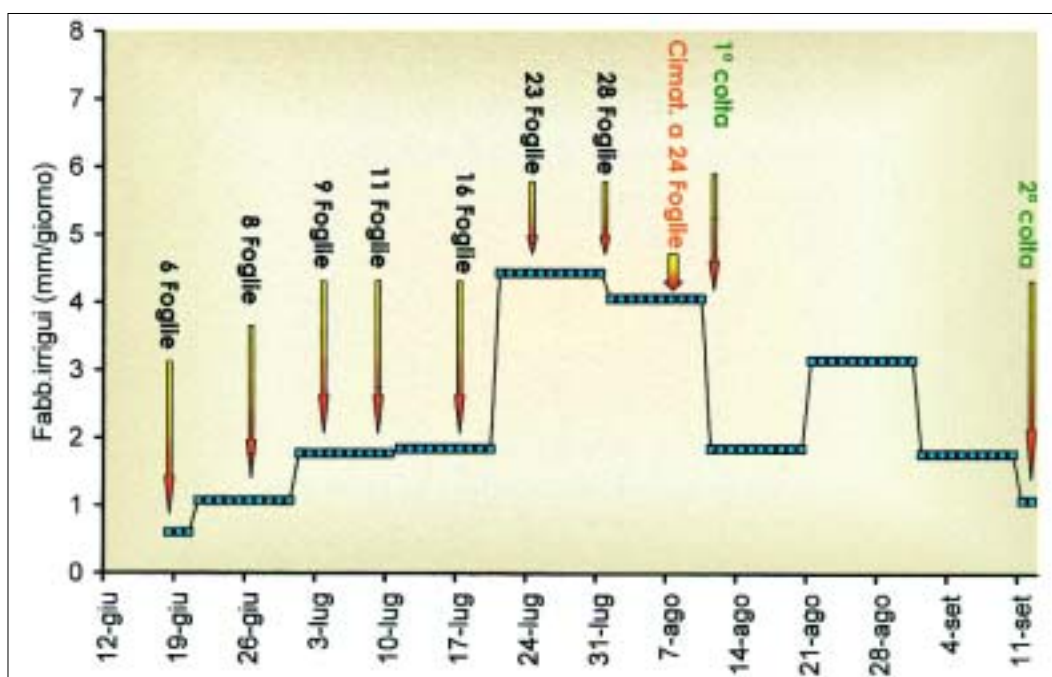


Figura 5. Fabbisogni irrigui rilevati dai microlisimetri nel 2002.

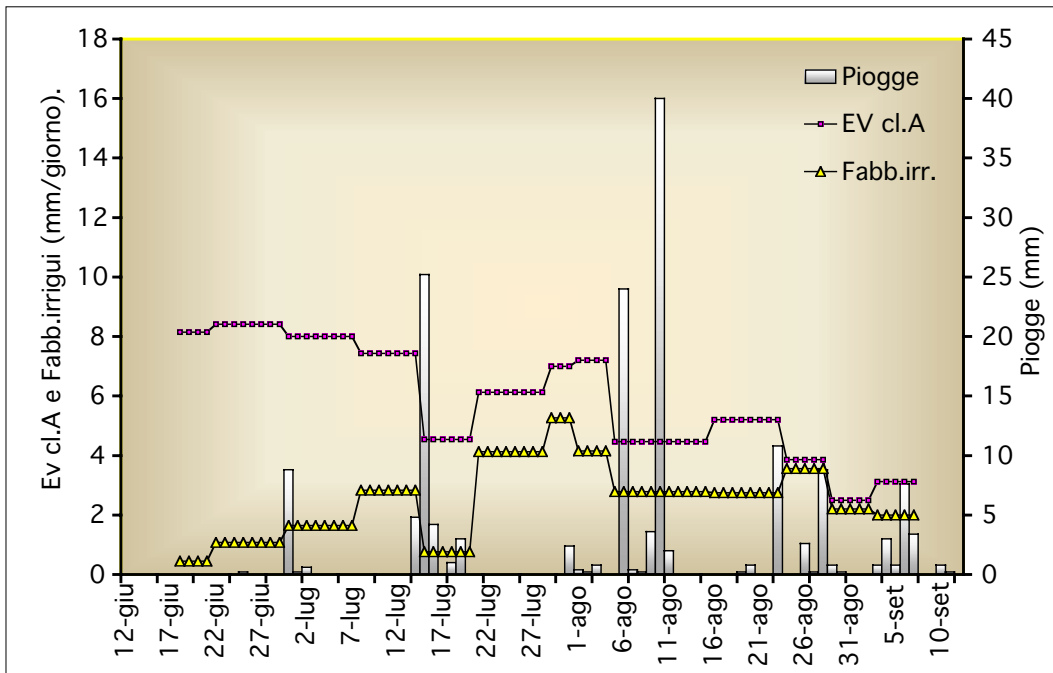


Figura 6. Pluviometria, evaporato da classe A e fabbisogni irrigui stagionali 2002.

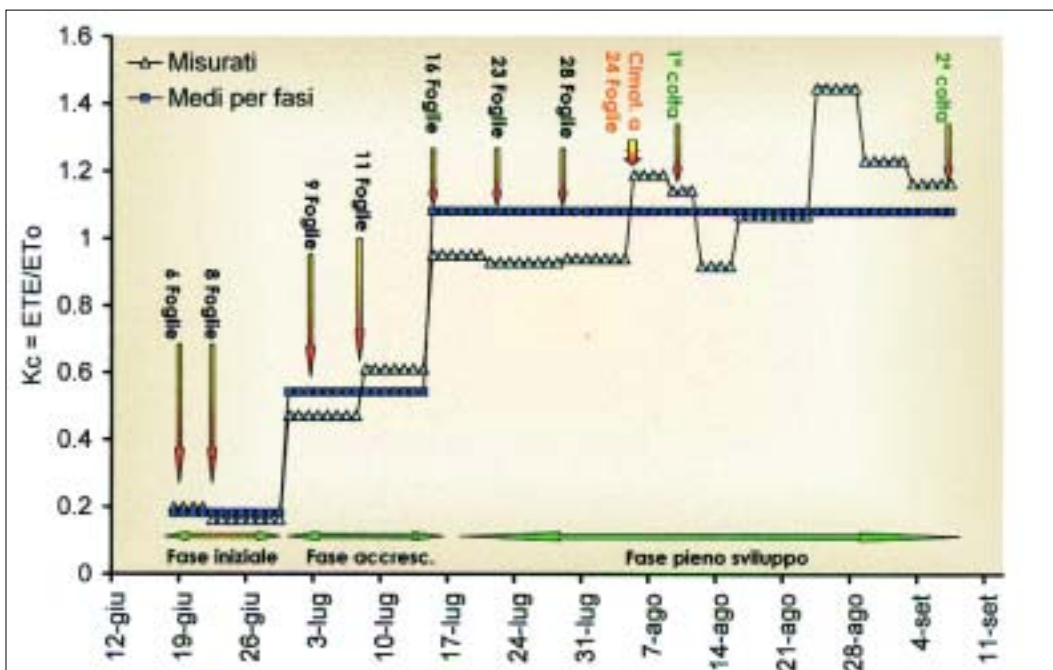


Figura 7. Valori di $K_c = ETE/E_{to}$, rilevati nel 2002.

L'andamento degli interventi irrigui e fertirrigui stagionali è riportato in Figura 8.

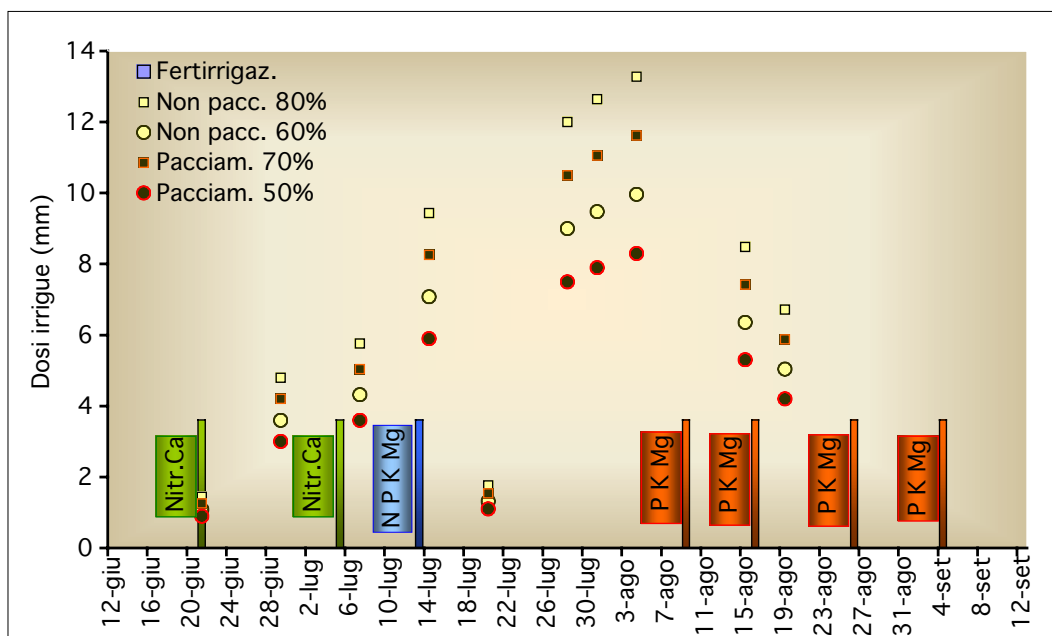


Figura 8. Interventi Irrigui e Fertirrigui 2002.

In particolare, nelle tesi microirrigate si è proceduto alla distribuzione in fertirrigazione di Nitrato di calcio (2 applicazioni per complessivi 60 kg ha^{-1} , pari a $9,3 \text{ kg ha}^{-1}$ di N), seguito da un formulato $15.5.30+2 \text{ MgO}$ (30 kg ha^{-1} , pari a $4,5-1,5-9-0,6 \text{ kg ha}^{-1}$ di $\text{N-P}_2\text{O}_5\text{-K}_2\text{O-MgO}$) e quindi da 4 interventi a base di una miscela sperimentale $0.5.38+3,5 \text{ MgO}$ (60 kg ha^{-1} , pari a $0-3-23-2,1 \text{ kg ha}^{-1}$ $\text{P}_2\text{O}_5\text{-K}_2\text{O-MgO}$), a fronte di due concimazioni tradizionali al terreno, nel testimone irriguo, che, nel complesso, hanno apportato le stesse unità fertilizzanti, entro però la fase di praticabilità degli appezzamenti da parte delle normali attrezzature (crescita attiva).

L'irrigazione a pioggia, effettuata secondo la consueta operatività, ha determinato un consumo idrico del 30% superiore al fabbisogno irriguo misurato con i microlisimetri (Fig. 9).

L'andamento dei caratteri biometrici ha evidenziato che le piante delle tesi pacciamate hanno presentato un maggior numero di foglie ed un'altezza superiore al testimone irrigato a pioggia fino a quasi 60 giorni dal trapianto (Tab. 1 e 2), tanto da raggiungere la data di fioritura con un anticipo di 6 giorni (Tab. 3). In assenza di pacciamatura il comportamento del tabacco microirrigato non è stato invece diverso dall'irrigazione a pioggia. Anche le

analisi svolte sui tessuti vegetali (quarta foglia dall'apice) in agosto e settembre non hanno dato luogo a differenze apprezzabili tra le tesi a confronto.

A livello produttivo, tutti i trattamenti microirrigati hanno fornito rese superiori al testimone irrigato a pioggia (Fig. 10). In particolare la pacciamatura associata al reintegro del 70% del fabbisogno irriguo ha determinato un sostanziale aumento di resa, pari ad oltre l'11%, rispetto al testimone.

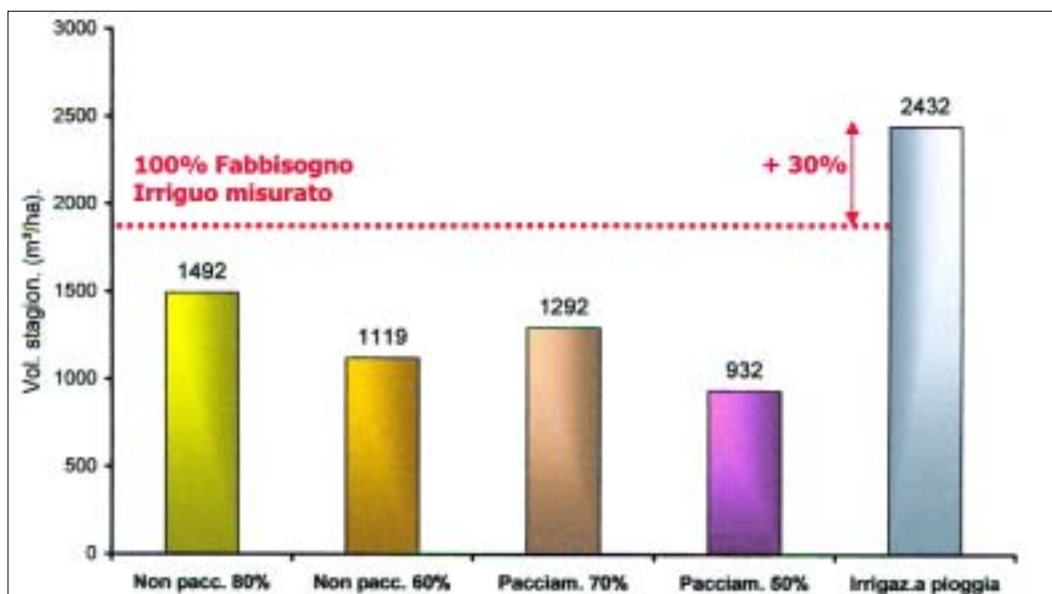


Figura 9. Volumi irrigui stagionali 2002 (m³/ha).

Tesi	NUMERO MEDIO FOGLIE						
	17-giu	24-giu	1-lug	8-lug	17-lug	22-lug	1-ago
Pioggia	6,0	8,0	8,5	9,7	15,5	21,3	28,2
Non pacc.-Irr.80%	6,0	8,0	8,8	10,0	15,7	21,8	28,8
Non pacc.-Irr.60%	6,0	8,0	8,2	10,6	15,5	22,2	28,0
Pacciam.-Irr.70%	6,0	8,2	8,6	10,9	16,3	23,8	27,6
Pacciam.-Irr. 50%	6,0	8,2	8,6	11,8	16,8	24,8	27,2

Tabella 1. Numero medio di foglie per pianta.

Tesi	ALTEZZA MEDIA PIANTE						
	17-giu	24-giu	1-lug	8-lug	17-lug	22-lug	1-ago
Pioggia	14,3	16,5	27,5	57,8	84,8	110,1	163,8
Non pacc.-Irr.80%	14,2	16,5	27,0	57,1	84,9	109,6	162,0
Non pacc.-Irr.60%	14,3	16,5	32,7	58,7	84,7	113,8	163,4
Pacciam.-Irr.70%	17,2	20,4	34,1	61,3	86,7	124,4	163,0
Pacciam.-Irr. 50%	17,2	20,4	35,5	63,4	88,4	131,6	162,2

Tabella 2. Altezza media delle piante.

Tesi	Fioritura
Pioggia	5-ago
Non pacc.-Irr.80%	5-ago
Non pacc.-Irr.60%	5-ago
Pacciam.-Irr.70%	30-lug
Pacciam.-Irr. 50%	30-lug

Tabella 3. *Data di fioritura.*

	Tesi	N	P	K	Ca	Mg	B	S	Fe	Cu	Mn	Zn	Na
		%						ppm					
27-ago-02	Pioggia	3,16	0,23	2,68	2,95	0,19	11	5138	43	19	22	13	70
	Goccia Pacciamato	2,82	0,20	2,78	2,11	0,10	10	5317	46	21	24	14	73
	Goccia Non pacciamato	3,10	0,22	2,60	2,98	0,17	11	5204	58	21	22	11	71
20-set-02	Pioggia	3,35	0,21	2,68	1,50	0,10	10	5176	25	16	13	11	82
	Goccia Pacciamato	3,16	0,20	2,44	1,54	0,10	10	5158	23	17	16	12	80
	Goccia Non pacciamato	3,53	0,23	3,23	2,02	0,12	11	5097	34	19	15	13	82

Tabella 4. *Analisi chimica del tabacco.*

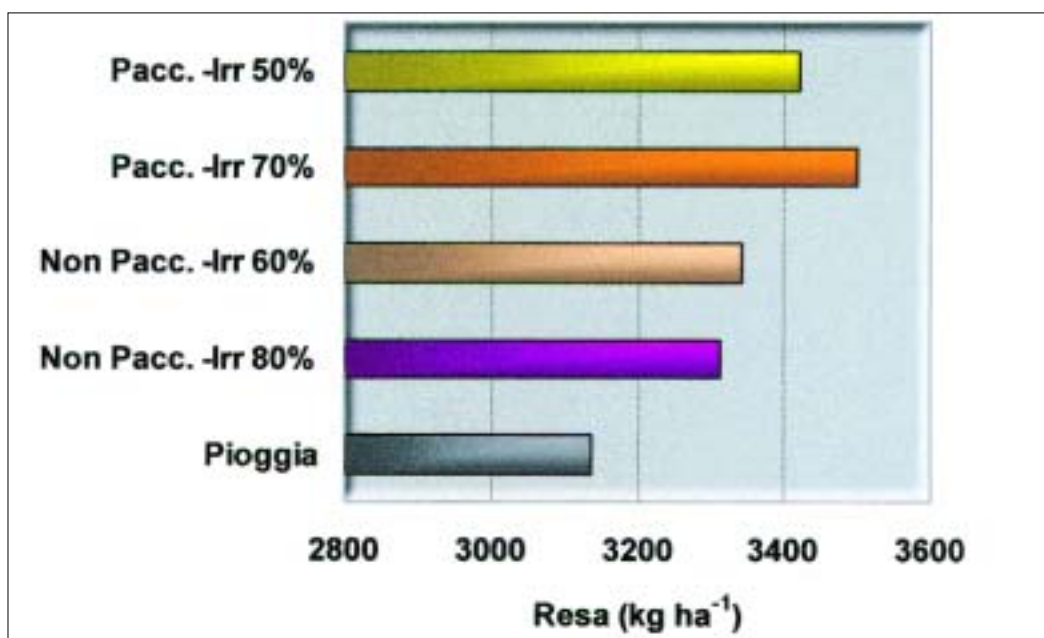


Figura 10. *Resa in tabacco curato (kg ha⁻¹).*

2. Conclusioni

La sperimentazione condotta, quindi, ha fornito interessanti risultati:

1. Nell'Alta Valle del Tevere l'irrigazione a goccia, abbinata ad una calibrata fertirrigazione, determina migliori rese quanti-qualitative.
2. Per la prima volta sono stati determinati direttamente i fabbisogni irrigui del tabacco V. Bright, nelle specifiche condizioni pedoclimatiche della zona.
3. Sempre per la prima volta sono stati identificati i coefficienti colturali (K_c) per le diverse fasi di sviluppo.

Quest'ultimo punto, risulta di particolare interesse in considerazione del fatto che i valori di K_c , pur essendo specifici per la zona di Città di Castello, possono essere estesi anche ad aree limitrofe, di analoghe condizioni pedoclimatiche.



EFFETTI DELLA COLTIVAZIONE E DELLA CURA DEL TABACCO SULL'UTILIZZO NEI PRODOTTI DA FUMO.

A. Nunziata
Ente Tabacchi italiani S.p.A.

1. Premessa

Il rischio nell'uso di prodotti, per l'uomo e per l'ambiente, è legato ad una serie di fattori che nascono dall'uso delle materie prime utilizzate nel sistema produttivo, per coinvolgere poi tutta la catena del processo industriale; per arrivare al suo uso non corretto dei prodotti, fino alla eliminazione delle sue scorie. Questo principio generale vale per tutti i prodotti.

L' esempio più banale è la coltivazione, la raccolta e l'utilizzo dei pomodori coltivati in casa (Tab 1).

RISCHIO TOSSICOLOGICO NELLE COLTIVAZIONI ORTICOLE		
✚ SORGENTI	✚ RISCHIO	
✚ Terreno	Contaminanti	Chimico
✚ Acque di irrigazione	Contaminanti	Biologico / chimico
✚ Aria	Contaminanti	Biologico / chimico
✚ Parassiti	Contaminanti	Biologico / chimico
✚ Fitofarmaci	Uso Scorretto	Chimico
✚ Cattiva conservazione	Contaminanti	Biologico
✚ Eliminazione in ambiente	Contaminazione	Chimico / biologica

Tabella 1

In questo esempio il rischio può essere valutato in diversi momenti ad esempio nel tipo di terreno in cui viene coltivata la pianta, nei fertilizzanti utilizzati, per gli insetti presenti in quell'area e in quell'anno; può essere dovuto ai fitofarmaci utilizzati, nella raccolta, nel sistema di conservazione prima dell'utilizzo ed infine nel sistema di eliminazione degli scarti.

In questo semplice esempio è possibile prevedere ed analizzare innumerevoli rischi quali: i metalli pesanti presenti nel terreno, i batteri, le muffe e loro tossine, l' inquinamento chimico del terreno o delle acque di irrigazio-

ne, l' inquinamento ambientale dato dai residui. Tutto ciò con possibilità di danni per l'uomo e per l'ambiente, in rari casi acuti, ma presenti con una certa probabilità a lungo termine.

L'unico vantaggio è che il rischio è molto circoscritto.

Un altro esempio, tra i più complessi, può essere il rischio associato nella produzione e l'utilizzo di un mezzo di locomozione come l'automobile (Tab. 2) .

RISCHIO TOSSICOLOGICO NELLA PRODUZIONE DI AUTOVEICOLI		
+ SORGENTI	+ RISCHIO	
▣ Miniere	Contaminanti	Chimico
▣ Pozzi Petroliferi	Contaminanti	Chimico
▣ Trasporto	Contaminazione	Ambientale
▣ Produzione materie prime		
▣ Metalliche	Contaminanti	Ambientale
▣ Plastiche	Contaminanti	Ambientale
▣ Combustibili	Contaminanti	Ambientale
▣ Energia per produzione	Contaminanti	Ambientale
▣ Produzione Automobili	Contaminanti	Chimico
▣ Utilizzo autoveicolo	Contaminanti	Ambientale
	Uso scorretto	Incidente
▣ Demolizione auto	Contaminanti	Ambientale

Tabella 2

In questo esempio è possibile valutare innumerevoli rischi per l'uomo e per l'ambiente a partire dall'estrazione delle materie prime per produrre il veicolo e per produrre i combustibili per farlo viaggiare. Altri rischi possibili dovuti all'uso dell'automobile vi sono per tutti i lavoratori coinvolti nella produzione del veicolo e distribuzione e vendita del carburante fino al rischio giornaliero per il guidatore , per i trasportati , per le altre persone che si trovano intorno al veicolo come automobilisti (incidenti) e per i cittadini per il rischio associato all'inquinamento atmosferico. Infine vi è il rischio connesso con la rottamazione. Questa premessa è necessaria per stabilire la complessità di una analisi che deve valutare un rischio esaminando tutta la filiera coinvolta per poi paragonarla ai vantaggi economici nell'uso del prodotto per la società.

E' superficiale valutare i problemi ed i rischi solo da uno stretto angolo , in quanto si rischia di estremizzare e non essere obiettivi nelle valutazioni.

Infine da una analisi accurata possono emergere una serie di valutazioni e soluzioni che possono diminuire i fattori di rischi in modo massiccio.

Nella valutazione dei rischi è necessario partire dalla conoscenza di infor-

mazioni di base un esempio è dato dalle informazioni di base di una sostanza chimica (Tab. 3) da cui è possibile valutare alla fine l'Indice di sicurezza di ciascun prodotto chimico.

FATTORI DI RISCHIO	
DEFINIZIONI	
DL 50	Tossicità acuta nell'animale
EC 50	Attività biologica
T^{1/2}	Emivita di un composto
C max	Concentrazione massima nel sangue o in organi target
NOAEL	Livello di dose che produce il primo effetto tossico
NOEL	Livello di dose che non produce alcun effetto tossico
ADI	Assunzione media giornaliera
Indice di sicurezza	$NOEL/ADI \geq 1000$

Tabella 3

2. I rischi connessi al Tabacco

Anche nel nostro caso, il tabacco, vi sono delle analisi della filiera che devono essere fatte obiettivamente in modo da poter conoscere le problematiche e incidere con provvedimenti organizzativi od operativi per la riduzione del rischio nell'uso dei prodotti derivati.

Da quando mi interessò di quest'argomento ho notato l'importanza fondamentale di un raccordo stretto tra produzione e trattamento del tabacco con il suo impiego industriale.

Partendo dal prodotto finale e non dico sigaretta ma fumo inalato dal consumatore e rilasciato nell'ambiente come fumo passivo, il rischio è dato dai composti presenti nel fumo, in Tabella 4 sono riportati i prodotti definiti cancerogeni presenti nel fumo di sigaretta.

Se analizziamo i prodotti secondo una ipotesi di provenienza (Tab. 5 – 6), essi possono essere divisi in cinque categorie:

- prodotti chimici derivati dalla combustione dei componenti del tabacco;
- prodotti derivati dalla nitrosazione della nicotina e suoi congeneri;
- prodotti derivati da agrofarmaci utilizzati nella coltivazione del tabacco;
- metalli pesanti;
- prodotti derivati dalla combustione di amminoacidi o composti proteici.

CANCEROGENI PRESENTI NEL TABACCO e NEL MAINSTREAM

Si riportano le famiglie di prodotti:

famiglie:	nel tabacco processato /g: nel fumo mainstream/sigaretta		Valutazioni IARC	
			sperimentale	umano
PAH	0,1-90 ng	60-180 ng	sufficiente	probabile
Azo-areni	-----	4-12 ng	sufficiente	-----
Nitrosammine	0,5-100	0,4-10	sufficiente	probabile
Ammine aromatiche	-----	30-220 ng	sufficiente	sufficiente
Ammine eterocicli	-----	40-320 ng	sufficiente	probabile
Aldeidi	3-15	90-1500	sufficiente	limitato
Composti organici vari	60-150	500-1200	sufficiente	sufficiente
Metalli pesanti:				
Be/Co	1-10 mg	0,1-0,5 mg	sufficiente	sufficiente
As/Ni/Cr/Cd	500-6000ng	4-600 ng	sufficiente	sufficiente
Pb	8-10	30-80 ng	sufficiente	inadeguato
Po-210	0,2-1,2 pCi	0,03-1,0 pCi	sufficiente	sufficiente

da Hoffmann e Hoffmann, 1992

Tabella 4

CANCEROGENI PRESENTI NEL FUMO DI TABACCO

CLASSI DI PRODOTTI SECONDA LA PROVENIENZA

	TABACCO	COMBUSTIONE
✦ PAH	✦	✦✦✦
✦ Azo-areni	-	✦✦✦
✦ Nitrosammine	✦✦✦	✦
✦ Ammine eterocicliche	✦	✦✦✦
✦ Aldeidi	-	✦✦✦
✦ Composti organici vari	✦	✦✦✦
✦ Metalli pesanti	✦✦✦	-

Tabella 5

ORIGINE DEI COMPOSTI TOSSICI NEL FUMO

✚ Nicotina e derivati	Nitrosammine
✚ Ambiente circostante la coltura	PAH
✚ Terreno	Metalli pesanti / derivati di Fitofarmaci
✚ Amminoacidi	Ammine eterocicliche
✚ Fitofarmaci	Composti organici vari
✚ Microorganismi	Composti sensibilizzanti

Tabella 6

Di queste cinque categorie ben quattro hanno una relazione con i sistemi di coltivazione e cura del tabacco.

1) Nitrosammine

Questa famiglia di composti è derivata dalla nitrosazione della nicotina e degli altri alcaloidi ad essa associati. Nella pianta di tabacco le nitrosammine non sono presenti.

La loro presenza nel tabacco curato è molto variabile dipendente dal tipo di tabacco e dove esso è stato coltivato.

La loro formazione (Tab. 7) inizia subito dopo la raccolta. La formazione delle nitrosammine è legata a diversi fattori quali:

- presenza di nitrati derivati da alta fertilizzazione;
- presenza di batteri nitrificanti nella cura, conservazione etc.;
- nitrosazione all'atto della cura, particolarmente se eseguita a fuoco diretto;
- presenza di NO, all'interno della cellula vegetale, liberato al momento della stessa morte cellulare.

Vari lavori scientifici hanno dimostrato come le nitrosammine aumentano in funzione della quantità di azoto nel terreno, una fertilizzazione spinta 500 Kg di azoto per ettaro può aumentare il contenuto di nitrosammine a più del doppio.

La presenza di batteri nitrificanti aumenta considerevolmente il contenuto di nitrosammine. La nitrosazione avviene fissando l'azoto presente nelle foglie, e con la fissazione dell'azoto atmosferico. Ciò avviene già nel momen-

to della essiccazione delle foglie ed è legato a condizioni d'aerazione, umidità, flora batterica presente già negli ambienti di stoccaggio. Il processo di nitrosazione aumenta notevolmente se il tabacco è lasciato fermentare e/o

NITROSAMMINE	
FATTORI FAVORENTI LA PRESENZA DI NITROSAMMINE NEL TABACCO	
 RACCOLTA	morte cellulare, Apoptosi
 ESSICCAZIONE	batteri nitrificanti
 CURA	NO_x presenti nel fumo
 FERTILIZZANTI	cessione di azoto
 STOCCAGGIO	batteri nitrificanti
 FERMENTAZIONE	enzimi specifici

Tabella 7

se la conservazione delle balle di tabacco curato avviene in ambienti con umidità alta e con bassa circolazione d'aria.

Già sono stati depositati brevetti di trattamento del tabacco con agenti fisici (trattamento con radiazioni ultraviolette o infrarosse o con agenti chimici) per bloccare l'azione batterica.

2) Fitofarmaci e loro derivati

I fitofarmaci utilizzati nel processo di coltivazione dei tabacchi in linea di massima non sono trovati nel tabacco curato all'atto del suo utilizzo a livello industriale.

Il rischio della loro presenza, non è di tipo cancerogeno, se non nel passato, quando erano utilizzati, circa trenta anni fa, prodotti non ben studiati dal punto di vista del rischio, come per esempio il DDT, altri organoclorurati e alcuni vecchi organofosforati.

Ho inserito questo argomento per discutere un problema normativo (Tab. 8).

Attualmente i fitofarmaci in Italia seguono una norma Europea che prevede la registrazione a livello europeo di tutti i nuovi fitofarmaci, e la revisione di tutti quelli attualmente in commercio. Ciascuno stato membro stabilisce i livelli massimi di residui accettati (Tab. 9).

Tali valori sono assegnati dal Ministero della Salute in base alla richiesta della ditta produttrice e alla documentazione da lei prodotta.

FITOFARMACI

PROBLEMI NORMATIVI

TIPOLOGIA

- ✦ FF approvato in Italia per il tabacco
- ✦ FF approvato in Italia , ma non per il tabacco
- ✦ FF non approvato in Italia
- ✦ FF approvato in CE per il tabacco
- ✦ FF approvato in paese extra CE per il tabacco
- ✦ FF approvato approvato in paese extra CE ma non per il tabacco
- ✦ FF ritirato dal commercio

LIVELLI AMMESSI

- ✦ MRL nel tabacco
- ✦ MRL assente per il tabacco
- ✦ < LR
- ✦ < LR
- ✦ Vietato l'utilizzo
- ✦ Vietato l'utilizzo
- ✦ Vietato l'utilizzo

Tabella 8

FITOFARMACI

MRL NEL TABACCO, ppm

fitofarmaco	Francia	Germania	Italia	Messico	Sud Africa	Spagna	USA
Aldicarb		10	0, 6 / 3			5	
Aldrin /Dieldrin		0,3	0,3			0,01	0,1
Benomyl		5	n.r.				
Chlordane		0,2	0,2	0,3		0,01	3
Deltamethrin			0,5		0,1	0,05	1
Dimethoate		1	1		0,4	0,05	
Dithiocarbammates		50	2 / 10		1	0,3	
Fenamiphos		15	0,10			0,02	
Flumetralin		20	2 / 10			5	5
Maleic Hydrazide		80	80		8	80	
Metalazyl			1		1	3	
Metolachlor			0,06 / 0,3		1	0,05	
Trifluralin			n.r.		0,5	0,05	

Tabella 9

In Italia i LMR sul tabacco sono stati stabiliti per pochi fitofarmaci, perché le ditte non hanno fatto richiesta di porre in etichetta l'applicazione sul tabacco in tal caso il prodotto deve essere a livelli inferiori ai livelli di rilevabilità.

Vi è inoltre una situazione particolare perché vi sono fitofarmaci accettati in generale in altre nazioni extraeuropee, ma che il loro uso non è assolutamente accettato in Europa, o altri gruppi di sostanze accettate in questi altri paesi per l'applicazione sul tabacco, ma ciò non è previsto per i paesi europei o in Italia.

Si precisa che, proprio perché in Europa ogni stato applica i propri LMR, in Italia abbiamo una situazione nella quale i livelli molte volte sono molto inferiori a quelli accettati, per esempio in Francia o in Germania.

Si ricorda che i prodotti agricoli e pertanto il tabacco, importati ed utilizzati in Italia devono rispettare la normativa italiana.

Il Coresta ha in corso di finalizzazione un lavoro scientifico nel quale ha esaminato decine di migliaia di analisi eseguite su tabacco ed ha trovato che circa nel 10 % dei casi si trova presenza di fitofarmaci al di sopra dei livelli imposti dalla legge e la frequenza aumenta notevolmente per quei tabacchi che provengono da paesi nei quali i sistemi di controllo della commercializzazione e l'uso dei fitofarmaci è più basso.

Si ricorda che i LMR sono definiti per i prodotti sulla base di dati tossicologici sull'uomo, sugli insetti e per l'ecosistema, inoltre i livelli sono calcolati in base al primo effetto tossico mostrato NOEL (no effect level), in funzione dell'ADI (assunzione media giornaliera) quest'ultima calcolata in base ai regimi dietetici specifici di ogni nazione. Pertanto nel tabacco i LMR sono inconsistenti perché l'assunzione attraverso il fumo è trascurabile sia per quantità di tabacco fumato giornalmente sia perché il prodotto non è ingerito.

3) Metalli pesanti

Nel tabacco la presenza dei metalli pesanti è legata a diversi fattori quali la composizione del terreno, il suo dilavamento, l'utilizzo di fertilizzanti.

Molti dei metalli pesanti sono definiti dallo IARC, sperimentalmente come cancerogeni (Tab. 10), ed i livelli medi della loro presenza nel tabacco e nel mainstream dimostrano come solo una piccola parte si ritrovi nel mainstream.

I metalli pesanti sono presenti nel particolato sotto diverse forme, spesso coniugate, per esempio come carbonili.

La loro concentrazione nel mainstream è in ogni caso molto ridotta, da un decimo ad un centesimo rispetto alla presenza nel tabacco.

L'intervento sui sistemi di coltivazione potrebbe ridurre di molto la presenza di metalli pesanti nel tabacco, quali ad esempio: scegliendo i terreni dove coltivare il tabacco; un corretto uso dei sistemi di irrigazione e dei fertilizzanti, evitando la presenza di fonti di inquinamento esterno come strade, discariche, aziende a rischio.

4) Altri composti tossici

Altre fonti di rischio nel tabacco, legate ai sistemi di coltivazione, trattamento e conservazione del tabacco, sono legate a rischi di tipo biologico (Tab. 11).

Si riportano di seguito alcuni esempi:

- La presenza di batteri patogeni o funghi ad alta concentrazione può aumentare la presenza di micotossine o altri cataboliti batterici con attività tossica,

METALLI PESANTI		
PRESENZA NEL TABACCO PROCESSATO E NEL FUMO		
CANCEROGENI	IN TABACCO PROCESSATO	NEL FUMO
Arsenico	500 – 900 ng	40 – 120 ng
Berillio	15 – 75 mg	0,5 mg
Cobalto	0.09 – 1.4 mg	0,03 – 0,20 mg
Cromo	1000 – 2000 ng	4,0 – 70 ng
Cadmio	1300 – 1600 ng	41 – 62 ng
Nickel	2000 – 6000 ng	0 – 600 ng
Piombo	8 – 10 µg	35 – 85 ng
Polonio 210	0,2 – 1,2 pCi	0,03 – 1,0 pCi
TOSSICI		
Rame		10 – 100 ng
Zinco		120 – 920 ng
Mercurio		0,2 – 4,9 ng

Tabella 10

ALTRI COMPOSTI TOSSICI	
COMPONENTE TOSSICA	ORIGINE
✦ TOSSINE	batteri funghi
✦ DERIVATI PIROLITICI	contenuto in a.a. (triptofano, istidina, etc.)
✦ MOLECOLE SENSIBILIZZANTI	pareti batteriche

Tabella 11

prodotti che potrebbero migrare nel fumo. La loro presenza è stata trovata in alcuni casi, ed è stata correlata alla coltivazione, in particolari zone, con condizioni di umidità favorevoli o a condizioni di conservazione improprie.

- La stessa presenza di batteri sul tabacco può dare origine a residui della loro parete batterica o della matrice proteica, con il loro passaggio nel fumo, si potrebbe esplicitare un'azione sensibilizzante;
- Un effetto cancerogeno è dovuto anche ai derivati pirolitici delle proteine presenti nel tabacco. Infatti, è stato correlato un aumento dell'effetto mutageno alla concentrazione di proteine nel tabacco. E' conosciuto l'effetto mutageno e cancerogeno di amminoacidi ciclici quali il triptofano, la prolina e l'istidina, i quali, per effetto di calore, danno origine a composti ad alto potere cancerogeno. Tali effetti furono trovati la prima volta in estratti di carne arrosto. La genesi di tali composti è stata confermata anche nella combustione del tabacco, particolarmente quando il contenuto in proteine è più alto.

3. Conclusioni

Da quanto esposto, nella coltivazione e cura del tabacco vi sono diverse problematiche di attenzione (Tab. 12), ognuna di loro può dare origine ad un fattore di rischio nei prodotti da fumo.

CONCLUSIONI	
Problematiche Di Attenzione	
A.	Natura del terreno
B.	Acque di irrigazione
C.	Sorgenti di inquinamento nelle vicinanze
D.	Stato ambientale : acqua/aria/suolo
E.	Fertilizzanti impiegati : quantità e natura
F.	Corretto uso dei fitofarmaci
G.	Applicazione armonizzata delle regolamentazioni sui fitofarmaci
H.	Essiccazione delle foglie
I.	Cura del tabacco
J.	Sistemi di trattamento delle foglie
K.	Conservazione del tabacco
L.	Trattamenti di prevenzione nello stoccaggio
M.	Processi di fermentazione

Tabella 12

Pertanto (Tab. 13) la coltivazione del tabacco alla luce di quanto presentato diventa un fattore chiave nel controllo e nella riduzione del rischio dei prodotti da fumo.

RISCHIO E TOSSICOLOGICO NELLA COLTIVAZIONE E CURA DEL TABACCO		
SORGENTI	RISCHIO	
✦ Terreno	Chimico	✦✦
✦ Acque di irrigazione	Chimico	✦✦
✦ Ambiente	Chimico/biologico	✦
✦ Parassiti	Biologico	✦✦✦
✦ Fitofarmaci	Chimico	✦✦
✦ Trattamenti di cura	Chimico	✦✦✦

Tabella 13

I produttori di sigarette e sigari devono tenere conto di quale importante contributo al rischio dei prodotti è dovuto alla coltivazione, raccolta, conservazione, cura, trattamento dei semilavorati, del tabacco.

È necessario quindi che vi sia un sistema di controllo di qualità della filiera, con un'integrazione del sistema di tipo generalizzato, che comprenda il singolo agricoltore fino al produttore finale.

Questo sistema così integrato dovrà scegliere dei sistemi di controllo della qualità del prodotto, in tutto l'arco della filiera, anche attraverso ulteriori ricerche da organizzare in modo consortile. Il suggerimento finale è quello di organizzare un sistema di etichettatura del prodotto che lo indichi in modo univoco, dal campo al prodotto finale, riportando il terreno utilizzato, i fertilizzanti e i trattamenti con fitofarmaci, il tipo di cura e le condizioni di conservazione e trattamenti post cultura.

Come mostrato un'azione sulla materia prima tabacco potrebbe ridurre di molto i rischi connessi ai prodotti da fumo, eliminando completamente alcune famiglie di prodotti tossici e tutto ciò nell'interesse primario della salute del consumatore finale.

4. Bibliografia

American Conference of Governmental Industry Hygienists. 1996 – 1997; Threshold Limit Values for Chemical Substances and Physical Agents, and Biological Exposure Indices. American Conference of Governmental Industry Hygienists, Cincinnati, Ohio, 1996.

Campbell J.S.; Trends in Tobacco Usability; *Beitrage zur Tabakforschung International* 16, 4, 185 - 195, 1995.

Chamberlain, W.J., Chortyk O.T.; Effects of Curing on Nitrosamine formation in Bright and Burley Tobacco; *Beitrage zur Tabakforschung International* 15, 2, 87 – 92, 1992.

De Jong D.W.; Tobacco Leaf Protein; *Beitrage zur Tabakforschung International* 15, 1, 33 – 41, 1991.

Eberhardt H.J.; The biological degradation of Nicotine by Nicotinophilic Microorganisms; *Beitrage zur Tabakforschung International* 15, 1, 1 – 10, 1991.

Hoffmann D., Hoffmann I. ; Chemical Studies in Tobacco smoke. The Changing cigarette, 1950 – 1995. *Journal of Toxicology and Environmental Health* 50, 307 – 364, 1997.

Hoffmann D., Hoffmann I. ; Smoking and Tobacco Control ; Monograph n 9, 1992.

International Agency for Research on Cancer. Tobacco Smoking. IARC Monographs on the Evaluation of the Carcinogenic Risk of Chemicals to Humans 38, 1986, p.321.

Ishizu Y., Kaneiki K., Izawa K.; Smoke Production from cell wall Materials of Tobacco Leaves; *Beitrage zur Tabakforschung International* 15, 1, 1 – 10, 1991.

McDaniel R.L., et al.; Determination of Mercury in MS Cigarette Smoke ; *Beitrage zur Tabakforschung International* 19, 5, 267, 2001.

Nitsch A., et al.; Heavy Metals in Tobacco Smoke II ; *Beitrage zur Tabakforschung International* 15, 1, 19 – 32, 1991.

Ricciardi M., Aureli G., Dattilo B.S.; A preliminary study on the Fermentation Anomalies of Dark-Fired Tobacco; *Beitrage zur Tabakforschung International* 16, 2, 47 – 55, 1994.

EFFETTI DELLA TECNICA COLTURALE SUL TENORE DI CONDENSATO DEL TABACCO BURLEY

R. Contillo

*Istituto Sperimentale per il tabacco
Ministero per le Politiche Agricole e Forestali*

Il fumo del tabacco genera dipendenza, psicologica e farmacologica.

La dipendenza psicologica è legata agli aspetti rituali dell'atto del fumare; nell'instaurarsi di questa forma di dipendenza contano aspetti legati a forme, colori e materiali del pacchetto di sigarette; la presenza del fuoco, sia per la fiamma del fiammifero o dell'accendino, sia per la brace della sigaretta; la gestualità dell'aprire il pacchetto, estrarre la sigaretta, portarla alle labbra, accendere, aspirare, soffiare via il fumo, il modo di tenere la sigaretta, fra le dita, appesa alle labbra.

L'esistenza di una sterminata letteratura, sia scritta che di immagini di film, rende ben conto dell'importanza di questo aspetto.

La dipendenza farmacologica è dovuta alla presenza degli alcaloidi, principalmente nicotina.

Questa sostanza ha un effetto a due fasi sull'organismo del fumatore: inizialmente (entro poche decine di secondi) agisce da vasocostrittore, riducendo la circolazione periferica. Infatti, l'accensione di una sigaretta ha l'effetto, pressoché immediato, di ridurre di 1°-2°C la temperatura delle mani, dei piedi, della pelle in generale, riducendo le perdite di calore verso l'esterno.

La sensazione che una sigaretta dopo pranzo favorisca la digestione potrebbe essere legata ad un effettivo aumento dell'afflusso di sangue agli organi interni, ad esempio allo stomaco.

Per effetto di rimbalzo, si verifica, in seguito, un'azione vasodilatatrice, con effetti opposti a quelli descritti prima, anche se meno marcati e più lenti.

Gli alcaloidi generano assuefazione e dipendenza, apparentemente a livelli più lievi rispetto ad altre sostanze psicotrope (alcool, eroina). E' comunque da sottolineare che, data l'estrema variabilità delle sindromi di dipendenza, in cui contano molto l'accettabilità sociale del tipo di dipendenza, che può cambiare anche radicalmente in tempi relativamente brevi, occorre usare molta cautela nella definizione dell'importanza di una dipendenza.

Per assuefazione e dipendenza da una sostanza psicoattiva si intende la tendenza ad aumentarne le dosi per avvertire gli stessi effetti e la spinta ad una nuova somministrazione quando l'effetto di quella precedente è cessato, o anche solo in declino.

Per il fumo, a differenza di altri abusi come l'alcolismo o l'assunzione di droghe, la sostanza che genera assuefazione non è quella che produce i danni maggiori. La nocività del fumo è infatti dovuta in maggior parte al catrame.

Il catrame o "condensato", nel seguito della discussione i due vocaboli saranno usati essenzialmente come sinonimi, depositato nei polmoni di un fumatore, ha l'effetto di ridurre gli scambi gassosi tra il sangue degli alveoli e l'atmosfera polmonare e contiene componenti che hanno una provata capacità mutagena e cancerogena.

Inoltre altri componenti volatili del fumo, come l'acido cianidrico, inibiscono il funzionamento delle ciglia vibratili, il meccanismo automatico di pulizia dei polmoni.

Le ciglia vibratili sono microscopici peli presenti sulla superficie interna dei polmoni e dei bronchi, che, con un costante movimento vibratorio (da cui il nome) fanno scorrere verso l'alto un sottile film di muco secreto dalle cellule polmonari, che agisce da "carta moschicida" per tutte le particelle estranee che riescono a passare nei polmoni nonostante il filtro del naso.

Il movimento verso l'alto del film di muco consente di espellere le sostanze estranee attraverso la gola, con deglutizioni involontarie, oppure attraverso il naso quando la secrezione è particolarmente abbondante.

L'effetto del fumo è quindi particolarmente nocivo: sporca la superficie interna dei polmoni col catrame e disattiva il meccanismo naturale di pulizia, consentendo al catrame di permanere per tempi più lunghi a contatto con l'epitelio polmonare.

Il condensato è il risultato della combustione incompleta del trinciato di tabacco nella sigaretta.

Quando una sigaretta viene aspirata, il flusso di gas e vapori ad alta temperatura, prodotti dalla combustione del tabacco, attraversando la massa di trinciato, produce, nella zona immediatamente a valle della zona infuocata, un insieme di reazioni di decomposizione delle molecole complesse che formano il materiale vegetale e di sintesi di nuove molecole che collettivamente costituiscono il fumo.

La corrente del fumo nella sigaretta è formata dal flusso principale, derivato dall'aspirazione attraverso l'estremità accesa, con una componente minore dovuta all'aria aspirata dalla superficie laterale della sigaretta, attraverso la porosità della carta.

Il fumo è composto da sostanze allo stato gassoso, principalmente anidride carbonica, azoto dell'aria, con minori quantità di acido cianidrico ed ossido di carbonio, di composti allo stato di vapore, acqua, nicotina ed altri alcaloidi, fenoli volatili, acetaldeide, acroleina, e di particelle solide, collettiva-

mente indicate come “sostanze particolate totali” (TPM), che inglobano microgocce di sostanze liquide.

La quantità di catrame prodotta dalla combustione della sigaretta e la sua composizione chimica dipendono sia dalla composizione chimica del tabacco, sia caratteristiche “geometriche” come forma e struttura della sigaretta, struttura fisica della carta che forma il cilindro, disposizione del trinciato nella sigaretta stessa e quantità di tabacco contenuta nel cilindro.

È stato messo in evidenza che il cosiddetto flusso laterale, l’aria che entra attraverso la carta, diluisce e raffredda il flusso del fumo riducendo la quantità di catrame in uscita.

Considerato che il condensato è la componente nociva del fumo, sono stati fatti molti sforzi per ridurre la quantità.

Le vie finora seguite sono state due:

- interventi tecnologici in fase di manifattura delle sigarette
- interventi agronomici sul tabacco.

La via tecnologica in fase di manifattura è stata quella che ha consentito di ottenere finora i risultati più importanti.

I punti di intervento sono stati:

- l’assorbimento di condensato sul filtro
- la riduzione della quantità di tabacco necessaria a riempire una sigaretta
- la diluizione ed il raffreddamento della corrente del fumo aumentando il flusso laterale mediante la modifica della geometria della sigaretta (cilindri più stretti e lunghi), la porosità della carta di rivestimento e la presenza di microfori sulla parete del filtro.

Un particolare che dimostra la presenza dei fori di ventilazione sul filtro è la caratteristica figura anulare visibile sul filtro di una sigaretta fumata.

Il cerchio scuro è la parte del filtro attraversata dal fumo contenente condensato, mentre l’anello bianco è la zona attraversata da uno strato di aria esterna, richiamato dai fori del filtro. Il flusso di fumo viene quindi costretto verso l’asse centrale della sigaretta dal flusso anulare di aria esterna, e la mescolanza fra le due correnti non è quindi particolarmente efficace.

Influire sulla produzione di condensato attraverso una opportuna scelta di input agrotecnici è compito di notevole difficoltà.

La catena dei rapporti di causa-effetto fra tenore di condensato e parametri chimici e fisici del tabacco è complessa e frastagliata, e non è stato finora possibile studiarla in dettaglio.

La determinazione del condensato prevede procedure lunghe:

- produzione di sigarette, che per scopi sperimentali può essere fatta con una macchina confezionatrice adatta a lavorare piccole quantità di tabacco (minimo 4 kg di trinciato)
- scelta di sigarette omogenee per peso

- fra queste, ulteriore scelta in base alla resistenza all'aspirazione
- fumatura meccanica delle sigarette con una "macchina per fumare" a più canali, che simula l'aspirazione per boccate, nella quale un filtro particolare raccoglie il condensato grezzo. Per comodità di misura si accumula su uno stesso filtro il condensato di più sigarette
- il filtro viene pesato prima e dopo la fumatura
- il condensato raccolto viene sciolto in metanolo anidro, viene misurato il contenuto di acqua e di alcaloidi, il peso calcolato di acqua e nicotina viene sottratto al peso del condensato.

L'ultimo impegno, in ordine di tempo, per cercare di far luce sull'argomento è stato il progetto finanziato dalla Comunità Europea denominato TAB.RES.INFO. 94/T/19-24 "Produzione di tabacco Burley a basso tenore di azoto, nitrati ed alcaloidi e a basso potenziale di condensato". Al progetto partecipavano unità operative francesi, italiane, spagnole, greche, tedesche.

L'Istituto per il Tabacco ha partecipato ai tre sottoprogetti in cui era articolato il 94/T/19-24:

- un confronto varietale
- un confronto fra combinazioni di varietà e tecniche colturali
- una prova di concimazione azotata.

Ogni prova era articolata in due cicli biennali, nel primo (1996/1997) ogni partner ha eseguito saggi sperimentali in aziende o campi sperimentali, dove era possibile un accurato controllo delle condizioni di prova; nel secondo biennio (1998/1999) le tesi apparse più interessanti sono state oggetto di saggi dimostrativi, ad opera di coltivatori esterni, secondo un protocollo semplificato.

Per l'IST i saggi dimostrativi sono stati eseguiti ogni anno in 4 aziende esterne, due localizzate in agro casertano, due nella pianura veneta. Nelle due prove condotte in provincia di Caserta, il protocollo sperimentale è stato arricchito da una variante, con l'intenzione di mettere a confronto le novità proposte con l'itinerario culturale tipico dell'area, dove si coltiva Burley di tipo neutro, coltivato a forte densità, non cimato, raccolto e curato a foglia. Le parcelle sono quindi state suddivise in due subparcelle; in una delle due le piante sono state portate a fioritura completa e sono state raccolte e curate a foglia; nell'altra il tabacco è stato cimato, conservando tutte le foglie potenzialmente utili, raccolta e cura sono state effettuate a pianta intera.

1. Prova di confronto varietale

(A. Cersosimo, R. Contillo, A. Napolitano, dati non pubblicati)

Nei due anni di saggi nei campi sperimentali di Scafati e Bovolone sono state messe a confronto 6 varietà di Burley, di cui 5 nuove, scelte

fra quelle messe a disposizione dall'insieme dei partner, contro una di riferimento.

Nei successivi due anni le varietà risultate più promettenti sono state saggiate in campi dimostrativi, in confronto con la varietà tipica locale.

Durante i saggi sperimentali, di ogni varietà sono state misurate le caratteristiche biometriche, la capacità produttiva e le caratteristiche merceologiche, chimiche, fisiche e del fumo.

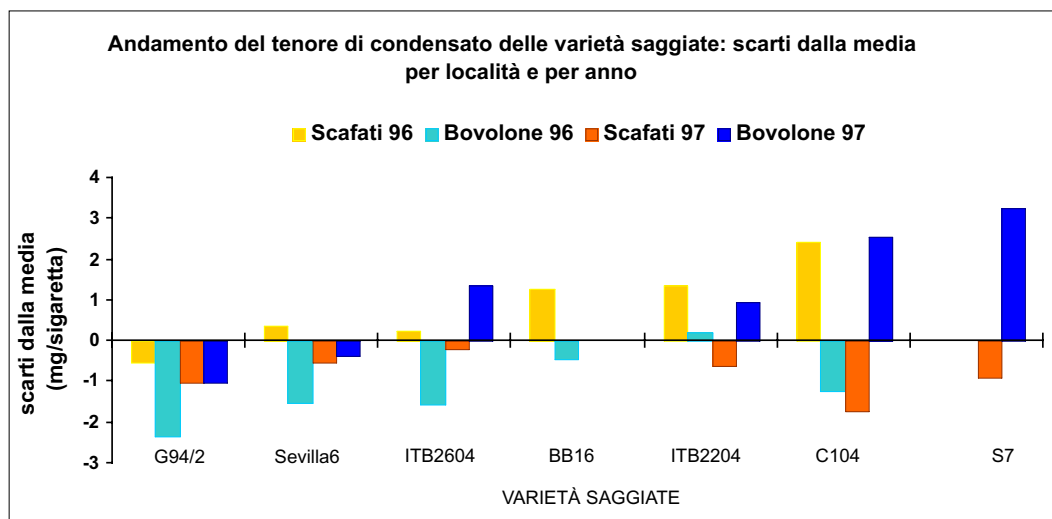
La tabella seguente mostra i valori medi del tenore di condensato delle varietà saggiate, misurate sulle foglie mediane:

cultivar (provenienza)	Catrame (num. campioni)	
	mg/sig.	
G94/2 (IST Italia)	15,6	(n=32)
Sevilla6 (CETARSA Spagna)	16,3	(n=32)
ITB2604 (ITB Francia)	16,8	(n=32)
BB16 (ITB Francia)	17,3	(n=12)
ITB2204 (ITB Francia)	17,3	(n=32)
C104 (var. commerciale Italia)	17,4	(n=32)
S7 (IST Italia)	18,0	(n=16)

La BB16, proposta dal coordinatore come riferimento comune a tutti i partner nel primo anno, a causa delle mediocri prestazioni registrate in alcuni ambienti, compresi quelli italiani, è stata sostituita nel secondo anno da varietà diverse per ogni partner; nelle prove condotte dall'IST, come riferimento locale è stata impiegata la C104 ed il posto lasciato libero è stato occupato da un'altra varietà prodotta dall'IST, la S7.

I valori sono stati misurati separatamente su campioni di foglie mediane inferiori e superiori, delle due classi di misure è stata eseguita una media pesata sulle relative rese per palco e quindi mediate ancora su 4 repliche di campo, 2 località e 2 anni. Il numero in parentesi mostra la numerosità campionaria per ogni varietà; i valori diversi per BB16 ed S7 sono dovuti al fatto che, come accennato sopra, la seconda varietà ha sostituito la prima nel secondo anno di saggio e la BB16 aveva avuto dei problemi di crescita, per cui 4 parcelle non avevano prodotto tabacco sufficiente per eseguire le prove di fumo.

Le differenze osservate non sono risultate significative all'analisi della varianza, tuttavia nelle valutazioni dei risultati è da sottolineare che la G94/2 e la Sevilla 6 hanno costantemente fornito valori di condensato inferiori alla media generale, mentre le altre hanno avuto comportamento più variabili, come mostra il grafico seguente.



Nel biennio di saggi dimostrativi, 3 varietà, G94/2, ITB 2604, Granada 1, sono state messe a confronto con varietà di riferimento locali. La prima delle tre varietà proposte era stata scelta perché risultata quella a più basso tenore di condensato fra quelle saggiate nel biennio precedente, la seconda perché presentava il miglior compromesso fra capacità produttiva e tenore di alcaloidi, nitrati e di condensato. L'ultima varietà, di provenienza spagnola, è stata introdotta nel 1999 in sostituzione o in aggiunta della G94/2, le cui prestazioni di resa non apparivano sufficienti per essere una alternativa economicamente praticabile.

I risultati sono presentati nella tabella seguente, come differenze percentuali delle nuove varietà rispetto a ciascuna varietà di riferimento locale. E' da notare che nel 1998 mancano i dati relativi ad una delle località della pianura veneta, a causa di un anomalo contenuto di cloruri, che ha di fatto reso il tabacco incombustibile.

Ricordando che nei campi dimostrativi condotti in agro casertano le prove sono state suddivise in due tipi di raccolta e cura, i risultati di quei campi sono mostrati sia a foglia che a pianta.

I dati, pur in presenza di una elevata variabilità annuale, mettono in evidenza la possibilità di diminuzioni del tenore di condensato mediante una opportuna scelta varietale, e, più nettamente, il vantaggio della tecni-

ca di raccolta e cura a foglie, tipica del Burley neutro coltivato in Campania.

anno	1998			1999			
Località (riferimento locale)	Bovolone (C104)	Marcianise (B8)	Sparanise (MS)	Bovolone (C104)	Teonghio (AP3)	Portico (ATI 531)	Sparanise (MS)
Raccolta e cura a pianta	Condensato (mg/sigaretta), espresso come differenza percentuale rispetto alla varietà di riferimento						
varietà							
G94/2	16,8	3,5	-12,1			16,2	0,4
ITB2604	1,8	0,3	-13,9	-0,8	-7,2	16,4	9,7
GRANADA1				7,3	-15,8	17,2	4,7
Raccolta e cura a foglia							
varietà							
G94/2		-24,6	-32,9			-5,5	-7,1
ITB2604		-22,0	0,9			-12,3	-0,4
GRANADA1						1,9	-9,9

2. Prova di confronto varietale x tecniche agronomiche

(S. Ascione, A. Cersosimo, dati non pubblicati)

Nei due anni di saggi nei campi sperimentali di Scafati e Bovolone l'itinerario colturale tipico di un Burley cimato è stato messo a confronto con una alternativa costituita da un maggiore carico di foglie per ettaro. L'itinerario corrente era rappresentato nel 1996 dalla varietà di riferimento BB16, comune in quell'anno per le due prove di confronto e per tutti i partner, e nel 1997 dalla varietà S7, utilizzata dall'I.S.T., coltivate alla densità di investimento usuale di circa 28.000 piante per ettaro e cimato a 16-20 foglie; l'itinerario alternativo era invece rappresentato da due varianti, costituite da due varietà francesi (ITB 2101 e ITB 2204), coltivate entrambe con un sesto di impianto più fitto (33mila piante ad ettaro) e cimato ad una altezza superiore (24-28 foglie per pianta), in modo da costituire un maggiore carico di foglie per ettaro (mediamente 870.000 contro 560.000 foglie della tecnica standard).

I risultati sono stati abbastanza variabili con l'annata (nel 1997, a parità di altre condizioni, si è verificato un aumento medio del 16% del condensato per sigaretta rispetto all'anno precedente), per la modifica del protocollo di prova (è cambiata la varietà di riferimento) e nella distribuzione delle differenze tra i due palchi fogliari esaminati (mediane inferiori e superiori); tuttavia, le due varianti saggiate hanno entrambe fornito in media una diminuzione del valore di condensato per sigaretta, secondo l'attesa (-3.5% per ITB2101, -5.2% per ITB2204).

Nel corso delle prove dimostrative in aziende esterne sono stati esaminati i risultati di 7 combinazioni località/anno, in cui complessivamente 5 varietà di riferimento locali, coltivate secondo la tecnica standard per un Burley cimato, sono state messe a confronto con 4 varietà (G94/2, ITB2101, ITB2204, Granada1), coltivate ad alta densità e cimate alte. La varietà ITB2101, che nel biennio precedente aveva fornito i risultati complessivamente migliori, è stata impiegata in tutte le combinazioni località/anno, le altre solo in una o due occasioni.

È stata confermata l'alta variabilità del risultato della determinazione di condensato per effetto sia dell'annata che della località, ITB 2101 ha infatti fornito valori che spaziano in un intervallo da 12.7 a 17.0 mg per sigaretta . I vari riferimenti hanno avuto una variabilità ancora più elevata, andando da 12,0 a 19,1 mg. Passando ai confronti fra i due itinerari colturali, ha sorpreso la prestazione della G/94/2, impiegata in uno dei saggi dove, contrariamente alle attese, ha prodotto il 21% di condensato in più rispetto al riferimento locale, ITB2101 ha mediamente confermato un certo miglioramento di comportamento (-5% rispetto ai riferimenti), migliori prestazioni hanno avuto ITB2204 e Granada1 (rispettivamente -10% e -16%).

3. Prova di concimazione azotata

(M. Abet, A. Cersosimo, G. Interlandi, dati non pubblicati)

Per gli esperimenti di concimazione, nel primo biennio, a Scafati e a Bovolone, sono state messe a confronto tre dosi di fertilizzazione azotata, quella ritenuta ottimale per il tabacco Burley, e due varianti, una ridotta del 50% ed un'altra aumentata del 50% (100, 200, 300 kg di azoto per ettaro) utilizzando due varietà tipiche, la classica C104 a Bovolone ed una, ATI531, caratterizzata dall'alto numero di 35 foglie, a Scafati. Il concime è stato somministrato in due soluzioni, immediatamente prima del trapianto e 30-40 giorni dopo. Il suolo dei due campi sperimentali presentava marcate differenze per la dotazione di sostanza organica e di azoto totale: ben dotato il terreno vulcanico di Scafati (2.7% di sostanza organica e 1.33‰ di azoto totale), abbastanza povero quello di Bovolone (1.1% s.o., 0.66‰ N tot.).

L'effetto delle dosi di concimazione azotata sull'andamento del tenore di condensato nei due campi risulta ben differenziato: a Scafati il tenore di condensato diminuisce significativamente con la dose di azoto somministrato, in ragione di 1,4 mg per sigaretta per ogni 100 kg di azoto ad ettaro aggiunto; a Bovolone l'andamento è opposto, il condensato aumenta di 0,9 mg/sigaretta per ogni 100 kg di N aggiunto, anche se non significativamente. Nella differenza di comportamento presumibilmente conta,

oltre alla diversa varietà utilizzata, anche la diversa dotazione naturale di azoto nei due terreni, attraverso una catena di rapporti di causa ed effetto ancora in larga parte incogniti.

Nel successivo biennio di saggi dimostrativi, nelle prove eseguite in provincia di Caserta sono state messe a confronto ancora tre livelli di concimazione azotata, scelti con lo stesso criterio del biennio precedente (dose corrente, +50%, -50%), i saggi fatti in pianura veneta hanno messo a confronto la dose corrente con una ridotta. Il combinato dei risultati di tutte le prove mostrano una sostanziale indipendenza del tenore di condensato dal livello di fertilizzazione, la regressione fra le due variabili fornisce infatti una variazione di -0.23 mg di condensato per ogni 100 kg di azoto distribuito ad ettaro, con un coefficiente di regressione r^2 pari a 0,009, non significativo.

Esaminando in dettaglio i risultati delle singole prove, in ciascuna delle località il tenore di condensato ha mostrato una piccola e non significativa tendenza ad aumentare con la dose di concime.

Analogamente a quanto riportato circa la prova di confronto varietale, è interessante notare un risultato a latere, ottenuto confrontando i valori di condensato del tabacco cimato e raccolto a pianta con quello non cimato e raccolto a foglie. Il prodotto di questa seconda tecnica, più vicina a quella tipica delle zone di coltivazione Burley campano, ha sempre mostrato valori di condensato inferiori a quelli del prodotto cimato, mediamente del 9% in meno, con punte fino al 14% in meno.

4. Conclusioni

Le prove di confronto varietale e di confronto varietale x tecniche agronomiche hanno confermato le tesi di partenza, cioè la possibilità di ridurre il tenore di condensato del tabacco Burley con una adatta scelta della varietà e con un aumento del carico di foglie ad ettaro. La variabilità dei valori di condensato ha anche messo in evidenza la necessità di ulteriori conferme sperimentali, oltre che la necessità di calibrare le scelte in funzione delle condizioni pedoclimatiche; in ogni caso i miglioramenti ottenuti non sono andati al di là di qualche punto percentuale sulla quantità di condensato per sigaretta.

Riguardo all'effetto della concimazione azotata, le prove non hanno consentito di fornire una risposta probante, anche se, in terreni poveri di nutrienti, ad una riduzione delle dosi di fertilizzante azotato sembra corrispondere una riduzione del tenore di condensati. In ogni caso, prendendo in considerazione l'insieme degli effetti sul tabacco, una riduzione del livello di concimazione azotata appare preferibile perché la riduzione di composti dell'azoto nelle foglie, come i nitrati liberi, rende presumibilmente meno

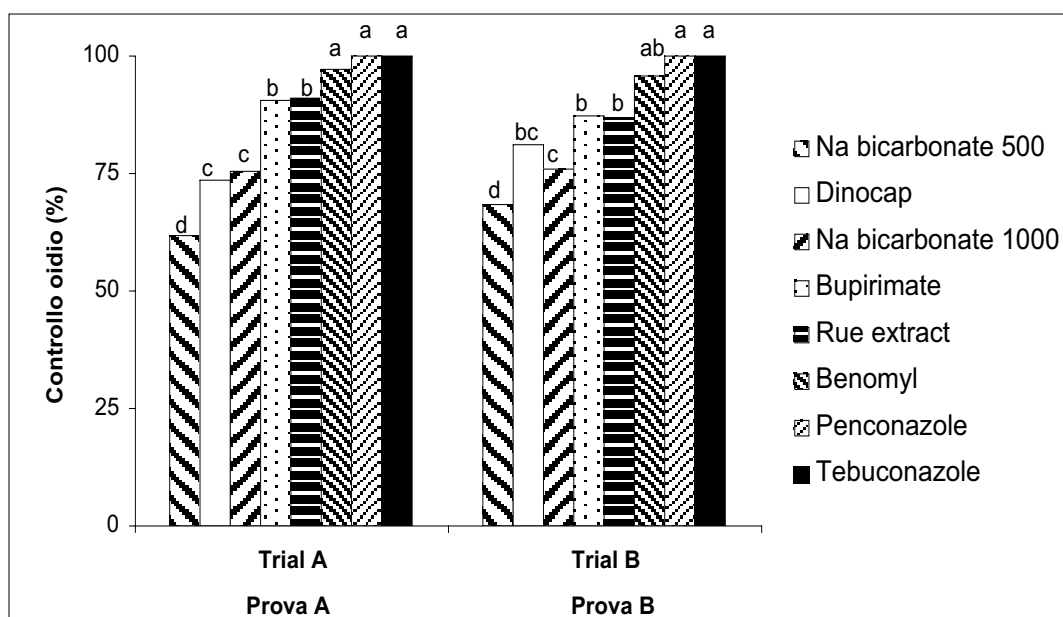
dannoso il condensato prodotto, senza penalizzare significativamente rese e qualità del tabacco.

Un risultato interessante è costituito dalla sensibilmente minore quantità di condensato del Burley non cimato e raccolto a foglie, con una agrotecnica vicina a quella correntemente utilizzata negli ambienti produttivi tipici del Burley campano.

USO DI METODI ECO COMPATIBILI E RIDUZIONE DEI DANNI DA OIDIO E DA VIRUS SU TABACCO

Lahoz E., Iovieno P., Contillo R., Porrone F., Carella A., Biondini C.
 Istituto Sperimentale per il Tabacco, Ministero per le Politiche Agricole e Forestali
¹Dipartimento di Biologia Vegetale Università Federico II Napoli
 e-mail: e.lahoz@uniplan.it

Prove di serra e di pieno campo sono state effettuate allo scopo di valutare l'efficacia contro l'oidio del tabacco: di un composto naturale, quale l'estratto di ruta (*Ruta graveolens* L.), del bicarbonato di sodio a due dosi (500 e 1000 g/hl) e di cinque fungicidi a dosi ridotte (Tebuconazolo, 10 g/hl; Penconazolo, 3,75 g/hl; benomyl, 25 g/hl; bupirimate, 37,5 g/hl e Dinocap, 17,5 g/hl). Nelle prove di serra, la cui tecnica è stata messa a punto proprio in quest'occasione, l'estratto di ruta ha mostrato attività biologica sui conidi di *Erysiphe orontii* ed un controllo della malattia superiore al 90%. Il bicarbonato di sodio è stato più efficace alla dose alta non mostrando sintomi di fitotossicità sulle piante. Anche tutti gli altri fungicidi saggiati a dosi hanno mostrato un buon controllo (Lahoz *et al.* 1999, 2000a, 2000b, 2001). Nella Figura 1 sono riportati i risultati di efficacia in serra delle due prove effettuate.



Nelle prove di campo, in presenza di una bassa intensità della malattia, i prodotti saggiati sono stati ugualmente efficaci ad eccezione del dinocap (Tab. 1).

Trattamenti	Dose g/hl	Indice di malattia 1997	Indice malattia 1998
Penconazolo	3.75	0	0
Tebuconazolo	10	0	0
Benomyl	25	0	0
Bupirimate	37.5	0	0
Estratto di ruta	100	0	0
Sodio bicarbonato	1000	0	0
Dinocap	17.5	1	1
Sodio bicarbonato	500	0.5	0.5
Controllo non trattato	/	2	2

Tabella 1

Tutti i parametri chimici e fisici misurati sulle foglie curate non sono stati influenzati dai prodotti usati. Un programma combinato di difesa utilizzando prodotti naturali, sali inorganici e fungicidi a dosi ridotte potrebbe essere la strada per ridurre l'insorgenza di resistenza, i costi di produzione e salvaguardare l'ambiente.

Altra indagine ha riguardato la possibilità di ridurre i danni da CMV (Cucumber Mosaic Virus) e PVY (Potato Virus Y) utilizzando un nuovo formulato di olio minerale in miscela con gli aficidi (Lahoz *et al.* 2002). A tale scopo un nuovo formulato di olio minerale (Biolid, Sipcam) applicato ogni 6 giorni durante i primi 50 giorni dal trapianto è risultato efficace in 4 prove sperimentali effettuate per due anni consecutivi in due diversi ambienti (2 al nord e due al sud d'Italia), sul tabacco contro CMV e PVY. L'olio è stato applicato in miscela con l'imidacloprid alle dosi rispettivamente di 5,000 ml ha⁻¹ e 90 ml ha⁻¹ di materia attiva per due volte a distanza di 20 mentre nell'intervallo tra due applicazioni della miscela l'olio è stato applicato da solo; questa modalità di utilizzo è stata poi confrontata con l'imidacloprid da solo, e con un testimone non trattato. L'olio da solo non è stato volutamente inserito in quanto in prove preliminari si era mostrato poco efficace nel controllo degli afidi. L'incidenza dei virus è stata valutata utilizzando il test DAS-ELISA, la gravità dei sintomi fu stimata attraverso rilievi visivi usando una scala empirica ed i valori ottenuti sono stati poi trasformati secondo Mc Kinney.

Non sono stati osservati fenomeni di fitotossicità a carico delle piante trattate con olio, in quanto questo formulato contiene una ridotta quantità di idrocarburi aromatici.

Nelle tabelle sono riportati i dati medi delle prove al nord (Tab. 2) ed al sud (Tab. 3).

Trattamenti	Totale piante infette (%)	CMV (%)	PVY (%)
Imidacloprid	68 (A)	42.5 (A)	41.1 (A)
Imidacloprid + olio	28 (B)	17.2 (B)	15.5 (B)
Controllo	65 (A)	41.4 (A)	40.9 (A)

Tabella 2. *Media delle percentuali di piante infette totali, da CMV, PVY e indice di gravità dei sintomi delle prove effettuate al nord nei due anni di prova (2000 e 2001).*

Trattamenti	Totale piante infette (%)	CMV (%)	PVY (%)	Indice gravità
Imidacloprid	75 (A)	53.0 (A)	45.1 (A)	54.0 (A)
Imidacloprid + olio	26 (B)	17.2 (B)	17.5 (B)	28.0 (B)
Controllo	73 (A)	50.0 (A)	43.9 (A)	50.5 (A)

Tabella 3. *Media delle percentuali di piante infette totali, da CMV, PVY e indice di gravità dei sintomi delle prove effettuate al sud nei due anni di prova (2000 e 2001).*

L'uso dell'olio ha diminuito significativamente l'incidenza dei due virus principalmente nei primi stadi di sviluppo delle piante, ha ridotto significativamente la gravità dei sintomi in confronto con il testimone e l'imidacloprid usato da solo. Infine è stato osservato che in quegli ambienti dove i virus si presentano più tardivamente e con un lento incremento dell'incidenza (nord Italia o zone lontane da fonti di inoculo) l'olio riesce ad essere maggiormente efficace. Si è infine osservato che è sufficiente una copertura di soli 50 giorni per ottenere la riduzione dell'incidenza e della gravità, la possibilità di ridurre ulteriormente il numero delle applicazioni è attualmente oggetto d'indagine.

Bibliografia

Lahoz E., Contillo R., Porrone F., Avigliano M. – 1999 – Efficacy of sodium bicarbonate and fungicides at reduced rates to control *Erysiphe orontii* on tobacco. *Pr. of CORESTA Congress Suzhou China*, 6-8 Ottobre 1999.

Lahoz E., Contillo R., Porrone F., Avigliano M. – 2000 – Efficacia del bicarbonato di sodio e di fungicidi a dosi ridotte contro l'oidio del Tabacco. *Atti AGRITAB 2000 Città di Castello* 6-8 Ottobre 2000.

Lahoz E., Oliva A., Contillo R., Nicoletti R. – 2000 – Efficacia di un estratto di ruta del bicarbonato di sodio e di fungicidi a dosi ridotte nel controllo dell'oidio del tabacco. *Atti Giornate Fitopatologiche* 2, 293-298.

Lahoz E., Contillo R., Porrone F., Avigliano M., Iovieno P. 2001 – Efficacy of rue extract, sodium bicarbonate and fungicides at reduced rates to control of powdery mildew on tobacco. *Il Tabacco* 9, 57-65.

Lahoz E., Iovieno P., Porrone F., Biondani C., Carella A., Contillo R. – 2002 - Use of light mineral oil to reduce the severity of PVY and CMV infections on tobacco in Italy. *Pr. of CORESTA Congress* 22-27 September, New Orleans, Louisiana, USA. *CORESTA Bulletin*, CD rom Version 15.

GLI EFFETTI DELLO STRESS SALINO SU COLTURE CELLULARI DI DIFFERENTI GENOTIPI DI TABACCO*.

D. A. Lombardi ⁽¹⁾, F. Raimo ⁽²⁾, P. Angelini ^{(3)*}.

Istituto Sperimentale per il Tabacco.

Ministero per le Politiche Agricole e Forestali

1. Riassunto

Le colture cellulari di 4 genotipi di tabacco, *Nicotiana tabacum* L., sono state sottoposte a 4 livelli di salinità (NaCl 0, 2.500, 5.000, 10.000 ppm) per un periodo di 5, 10 e 15 giorni. Sono stati determinati i parametri della crescita, accumulo della sostanza fresca e della sostanza secca, del contenuto in acqua del callo sottoposto a stress osmosalino. Al 15° giorno sono stati analizzati gli anioni ed i cationi accumulati nelle colture cellulari alla fine del trattamento.

2. Introduzione

I danni procurati alla pianta dalle condizioni di “salt-stress” e di “drought stress” in diversi territori del Meridione d'Italia e del Mediterraneo, hanno posto la necessità nelle diverse specie di selezionare piante tolleranti agli stress abiotici (Lombardi, 1990; Lombardi, 1994).

La “salt – tolerance” nelle diverse specie dipende dalla capacità della cellula e dalla fisiologia ed anatomia della pianta intera a trovare meccanismi adattativi allo stress. Studi sulle piante rigenerate da colture cellulari sottoposte a stress osmosalino, hanno messo in evidenza l'esistenza di fattori genetici alla base della tolleranza al “salt – stress” (Lombardi et al., 1998; Maas, 1986; La Rosa et al., 1989; Maliwal et al., 1984; Narendra et al., 1985). Al tempo stesso i suddetti studi hanno rilevato la presenza di fattori epigenetici in piante selezionate in condizioni di “salt-stress” e di “osmotic-stress” (Bressan et al., 1985; Lombardi, 1992).

* Progetto 96/T/55 finanziato al 75% dall'Unione Europea sul Fondo Comunitario per la Ricerca e l'Informazione Tabacco.

(1) Ricercatore dell'Istituto nella sezione di Lecce, ha progettato il programma, effettuato la ricerca e la stesura del lavoro; (2) Tecnologo dell'Istituto attualmente nella sede di Scafati; (3) CTR attualmente nell'Istituto Sperimentale per le Colture Industriali di Osimo. Sia il dott. Raimo sia il sig. Angelini hanno collaborato nella realizzazione tecnica della ricerca e nella raccolta dei dati sperimentali.

In pomodoro è stata evidenziata un'associazione positiva tra crescita del callo e crescita della pianta intera, che poteva variare al variare delle condizioni di "salt-stress" e a livello di differenti genotipi (Tal, 1984).

Questa variabilità del materiale genetico sottoposto alle condizioni di "salt-stress" ha suggerito l'opportunità di approfondire gli studi sulle risposte separate a livello cellulare e a livello della pianta intera di tabacco. L'ambiente non può modificare la struttura genetica della pianta, ma può influire sul suo sviluppo e differenziazione, controllando il modo con cui i geni si possono esprimere. Il potenziale osmotico e la tossicità ionica sono tra i fattori che condizionano il metabolismo cellulare.

La salinità interferisce con i processi fisiologici e riproduttivi della cellula, la quale mette in atto modalità adattative tali da limitare i danni da NaCl, in dipendenza del livello di tolleranza. Il clima e le acque d'irrigazione sono fattori determinanti le condizioni ambientali di "salt-stress" e "drought-stress" (Fig. 1).

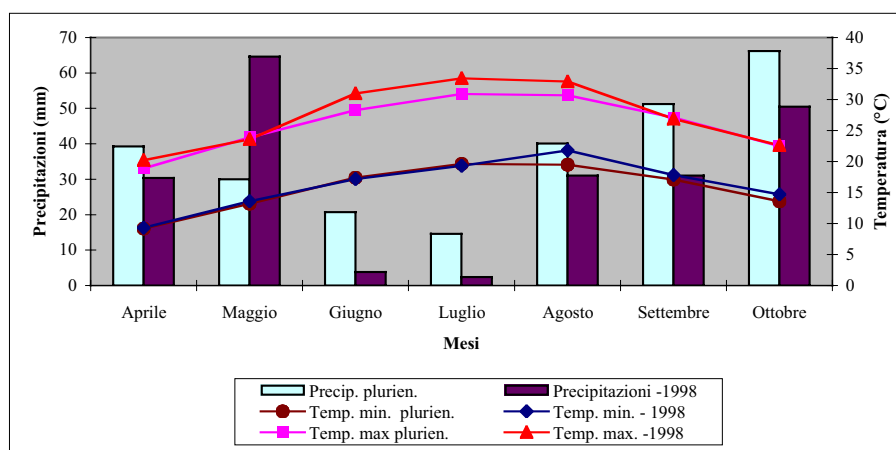


Figura 1. Andamento termopluviometrico: valori medi mensili 1998 e trentennali.

Il progetto UE 96/T/55 ha previsto lo svolgimento del programma riguardante la risposta della pianta di tabacco, Virginia bright, allo stress osmo-salino sia in campo sia in laboratorio, mediante il trattamento in vitro delle colture cellulari con cloruro di sodio.

3. Le acque

Le acque d'irrigazione in Puglia e nel Salento, in particolare, derivano da falda acquifera, che scorre nel sottosuolo di natura carsica.

Il monitoraggio nel 1998 delle acque di falda, utilizzate in agricoltura, ha

messo in evidenza una notevole variabilità della conducibilità elettrica (EC_w), rappresentata in Figura 2; le acque campionate nei diversi territori pugliesi hanno fatto registrare una concentrazione di sali disciolti (TDS), che varia a seconda la località di prelievo (Fig. 3). Sono state riscontrate variazioni temporali della conducibilità elettrica delle acque di falda, effettuando i campionamenti delle stesse in due epoche successive (agosto – settembre) in diverse località del Salento (Fig. 4). Questi dati rilevati sono in accordo con altre ricerche, che hanno messo in evidenza la dinamicità dei parametri riscontrabili nelle acque del Salento in funzione degli eventi meteorologici (pioggia e temperatura) e della intensità e frequenza degli emungimenti delle acque di falda (Cotecchia, 1977).

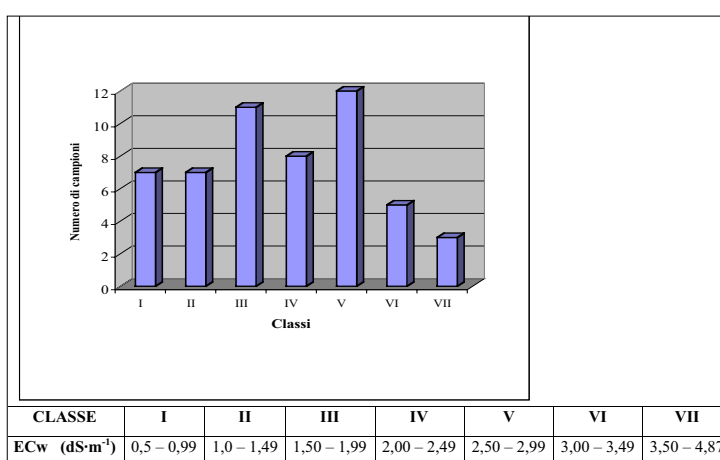


Figura 2. *Classi di frequenza della conducibilità elettrica di campioni di acqua prelevati nel 1998.*

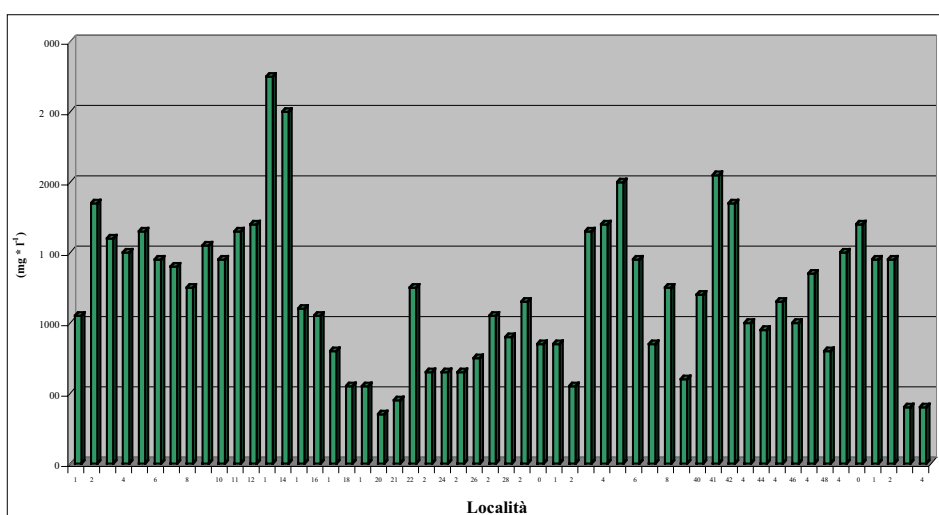


Figura 3. *Valori medi della concentrazione dei sali totali disciolti nelle acque campionate nel 1998.*

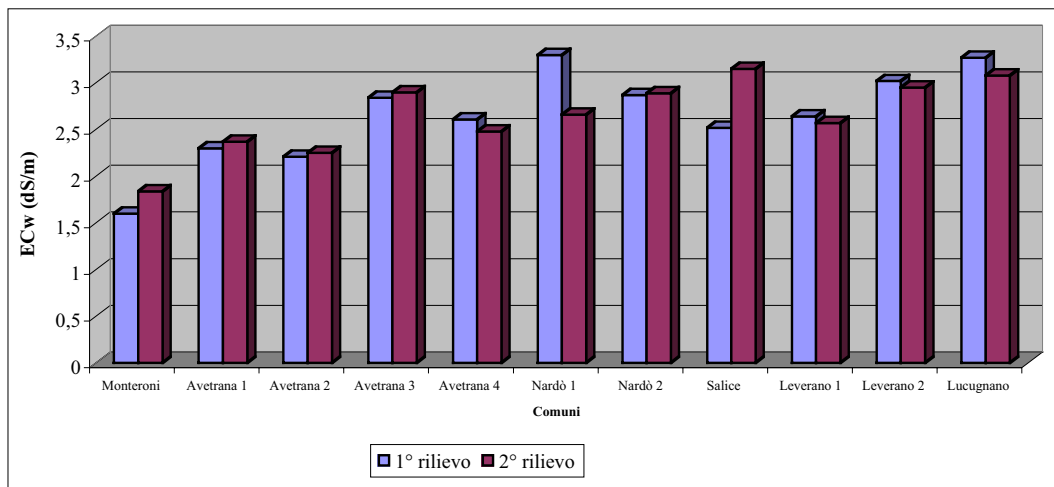


Figura 4. *Conducibilità elettrica dell'acqua prelevata in due epoche successive.*

La concentrazione degli ioni Na^+ riscontrata nelle acque di falda in molti campioni (Fig. 5) ha superato il limite di $69 \text{ mg}\cdot\text{L}^{-1}$ indicato nel quaderno FAO (1985).

I valori di concentrazione dei cloruri totali (Fig. 6), registrati nelle varie località del Salento, indicano in molti campioni la presenza dello ione Cl^- superiore al limite di $106 \text{ mg}\cdot\text{L}^{-1}$, raccomandato (quaderno FAO 1985) nell'utilizzo di acque tal quali ad uso irriguo, limite da rispettare per non procurare danni alle specie vegetali e all'ambiente.

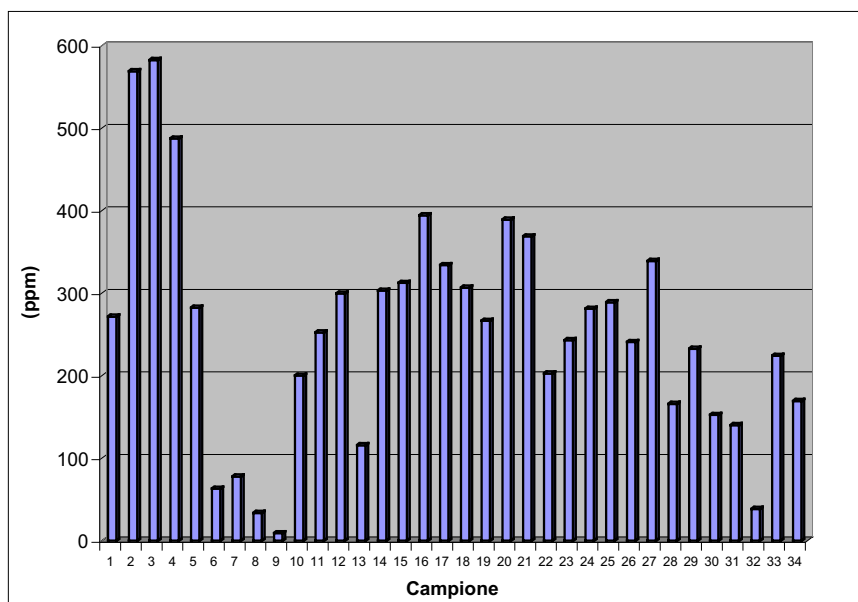


Figura 5. *Valori medi della concentrazione del Sodio totale nelle acque campionate nel 1998.*

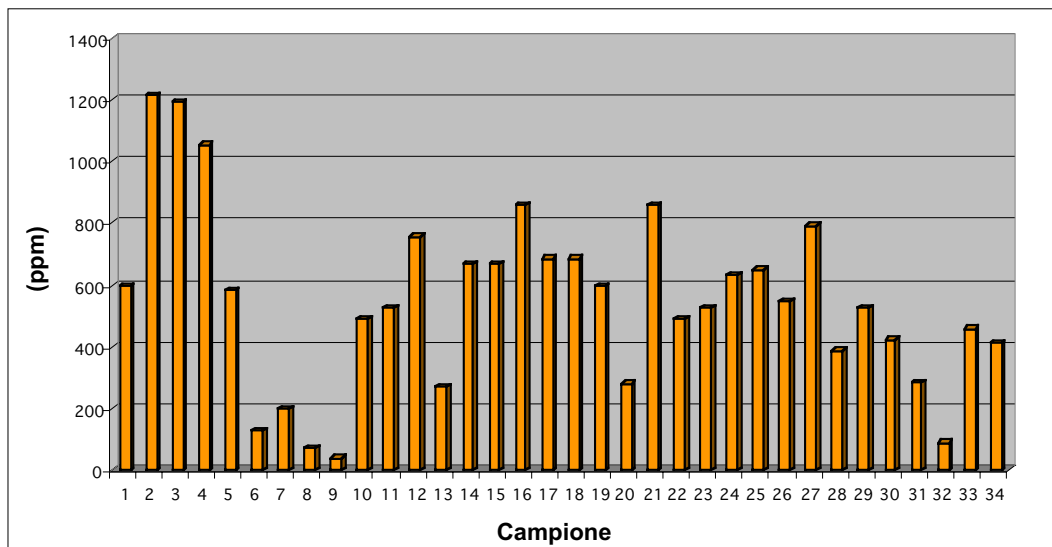


Figura 6. Valori medi della concentrazione di Cloruri totali nelle acque campionate nel 1998.

4. Materiali e metodi

Sono stati ottenuti i calli dagli espunti di 4 genotipi di *Nicotina tabacum* L. (1 Li = Coker 48; 2 Li = Bel 4-30; 3 Li = Faucett S; 4 Li = Mc Nair 944). Si è proceduto all'allevamento di due sub-colture del callo, allevato in terreno Murashige e Skoog (Murashige e Skoog, 1962) modificato (Mgo) contenente $1 \text{ mg}\cdot\text{L}^{-1}$ di Tiamina, HCl, $3 \text{ mg}\cdot\text{L}^{-1}$ di IAA, $0,3 \text{ mg}\cdot\text{L}^{-1}$ di Kinetina e $9.000 \text{ mg}\cdot\text{L}^{-1}$ di Bifco Bacto agar, pH 5,8.

Il callo dei quattro genotipi di tabacco, con un differente back-ground genetico, sono stati sottoposti a livelli crescenti di salinità. Il callo dei genotipi di tabacco è stato posto in terreno Mgo, addizionando al terreno agarizzato, quattro livelli crescenti di NaCl (0, 2.500, 5.000, 10.000 ppm), secondo un disegno sperimentale fattoriale con 6 ripetizioni.

La camera di crescita è stata mantenuta a temperatura costante di $25 \text{ }^\circ\text{C} \pm 1$, con 16 ore di fotoperiodo giornaliero.

L'influenza del "salt - stress" sulla crescita e lo sviluppo della coltura cellulare dei genotipi in prova è stato studiato, determinando il peso fresco e il peso secco dei calli (a peso costante a 65°C) all'inizio del trattamento, al quinto, al decimo e al quindicesimo giorno. È stato calcolato il parametro Indice di crescita (Ic) del callo relativo alla sostanza fresca e alla sostanza secca: $(W_2 - W_1 / W_1)$, considerando W_2 il peso del callo al quinto, decimo e al quindicesimo giorno, e W_1 il peso del callo all'inizio del trattamento. Inoltre è stato rilevato il contenuto in acqua del callo sottoposto a stress osmo-salino in

riferimento al testimone. Infine sono stati determinati gli anioni ed i cationi accumulati nella coltura cellulare al 15° giorno di trattamento.

Sui parametri è stata effettuata l'analisi della varianza (ANOVA).

5. Risultati e discussione

Il trattamento del callo di tabacco con cloruro di sodio (NaCl) ha influenzato la crescita del callo, risultando altamente significativa ($P \leq 0.01$) la differenza tra i trattamenti al 15° giorno sia per il parametro peso fresco sia per il peso secco del callo. (Tab 1). Per il parametro peso fresco del callo la dif-

Variabile	Pf	Ps
Genotipo (A)	**	**
Livello di NaCl (B)	**	**
AxB	**	**

Tabella 1. *Analisi della varianza del callo sottoposto a crescenti livelli di "salt-stress" da NaCl al 15° giorno, riguardanti i parametri peso fresco (Pf), peso secco (Ps). * = significativo per $P \leq 0.05$; ** = significativo per $P \leq 0,01$; n.s. = non significativo.*

ferenza tra i genotipi al 15° giorno è risultata altamente significativa ($P \leq 0.01$), così pure per il parametro peso secco tra i genotipi si è osservata una differenziazione altamente significativa ($P 0.01$).

L'associazione tra genotipi e livelli di trattamento è risultata altamente significativa ($P 0.01$) sia per il peso fresco sia per il peso secco del callo al 15° giorno di trattamento.

I valori medi dell'Indice di crescita (Ic) del callo riferito al peso fresco evidenziano una riduzione del valore per i livelli più elevati di salinità (5.000 ppm e 10.000 ppm) mentre indicano un incremento del callo trattato con 2.500 ppm di cloruro di sodio rispetto al testimone (Fig 7).

Allo stesso modo i valori medi dell'Indice di crescita (Ic) dei genotipi di tabacco, riferito al peso secco del callo al 15° giorno di trattamento, hanno fatto registrare un incremento per il livello di trattamento con 2.500 ppm e con 5.000 ppm di NaCl ed una riduzione per il livello 10.000 ppm (Fig. 8). La variabilità tra i genotipi, utilizzati nella prova, è stata riscontrata nella risposta al trattamento (Tab. 1) con livelli crescenti di NaCl, differenziatisi anche per l'indice di crescita riferito al peso secco del callo al 15° giorno (Fig 9). Tra i genotipi di tabacco in prova le linee 2Li e 3Li si sono differenziate rispetto alle altre due con un Indice di crescita mediamente superiore al controllo.

Il contenuto di acqua del callo trattato a diversi livelli di NaCl, ha fatto registrare valori differenti a seconda del livello del trattamento e a seconda

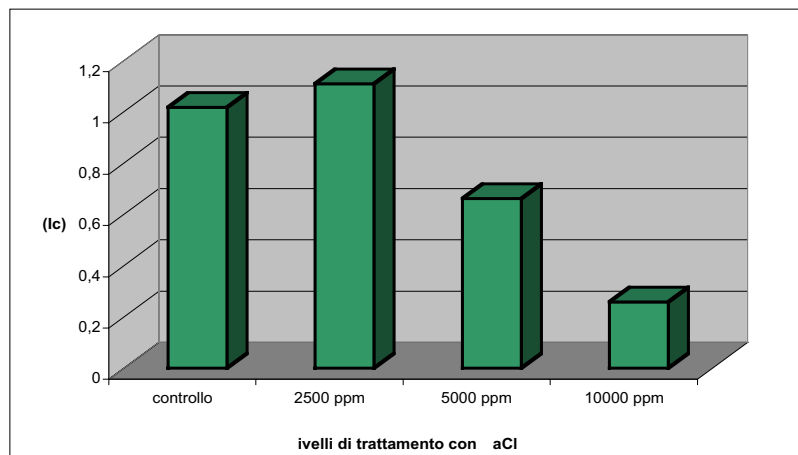


Figura 7. Valori medi dell'Indice di crescita (I_c) del callo relativo al peso fresco dei genotipi trattati con diversi livelli di NaCl al 15° giorno.

della durata del trattamento stesso, i valori medi percentuali del contenuto di acqua del callo nei diversi genotipi trattati, considerato 100 il controllo, sono espressi in Figura 10 al 5° giorno, in Figura 11 al 10° giorno e in Figura 12 al 15° giorno di trattamento.

L'analisi chimica degli ioni assimilati dalle colture cellulari, alla fine del trattamento, nei diversi livelli di NaCl, (15° giorno), ha messo in evidenza che in media si registra una riduzione dell'azoto totale accumulato nel callo, tanto più accentuata quanto più elevato è lo stress osmo-salino a cui è stato sottoposto il callo stesso (Fig. 13). I livelli crescenti di trattamento hanno influenzato negativamente l'accumulo del fosforo totale nel callo dei diversi genotipi, con una ridotta assimilazione rispetto al controllo (Fig. 14). Anche per lo ione potassio (K^+) si registra una crescente riduzione dell'assorbimento all'aumentare del livello di salinità nel terreno di coltura (Fig. 15).

La riduzione progressiva di accumulo, all'aumentare del livello di salinità nel terreno di coltura del callo, è stata evidenziata anche per lo ione calcio (Ca^{++}) con un valore medio nei 4 genotipi di 2710,00 ppm nel livello più elevato di trattamento (10.000 ppm di NaCl) rispetto a 5255,00 ppm del testimone (Fig. 16); per lo ione Magnesio (Mg^{++}) è risultato di 916,25 ppm l'accumulo nel callo con il trattamento dell'10.000 ppm di NaCl, rispetto al callo non trattato di 1750,00 ppm (Fig. 17). Gli ioni cloro (Cl^-) e sodio (Na^+) hanno fatto registrare un accumulo medio differente nelle colture cellulari sottoposte a stress osmo-salino, i cloruri totali hanno raggiunto le 901,25 ppm nel livello 2.500 ppm di NaCl rispetto le 708,75 ppm del testimone (Fig. 18).

Mentre per il catione sodio (Na^+) si è evidenziato un accumulo crescente nel callo all'aumentare del livello di salinità nel terreno di coltura

in vitro, con 10.000 ppm di NaCl il callo nei 4 genotipi di tabacco ha raggiunto mediamente 34.920,00 ppm di sodio totale rispetto a 3.653,75 ppm del testimone (Fig. 19).

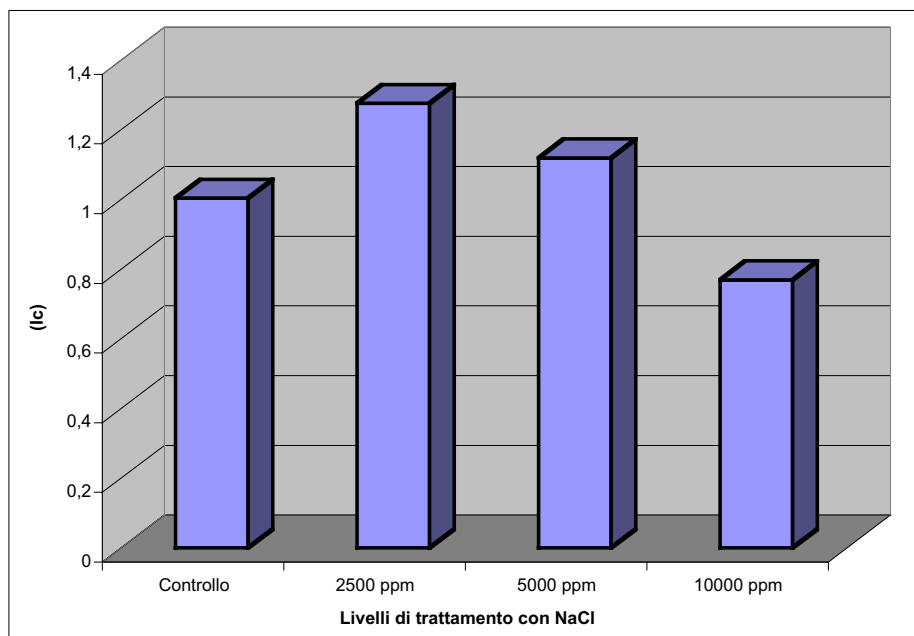


Figura 8. Valori medi dell'Indice di crescita (Ic) del callo relativo al peso secco dei genotipi trattati con diversi livelli di NaCl al 15° giorno.

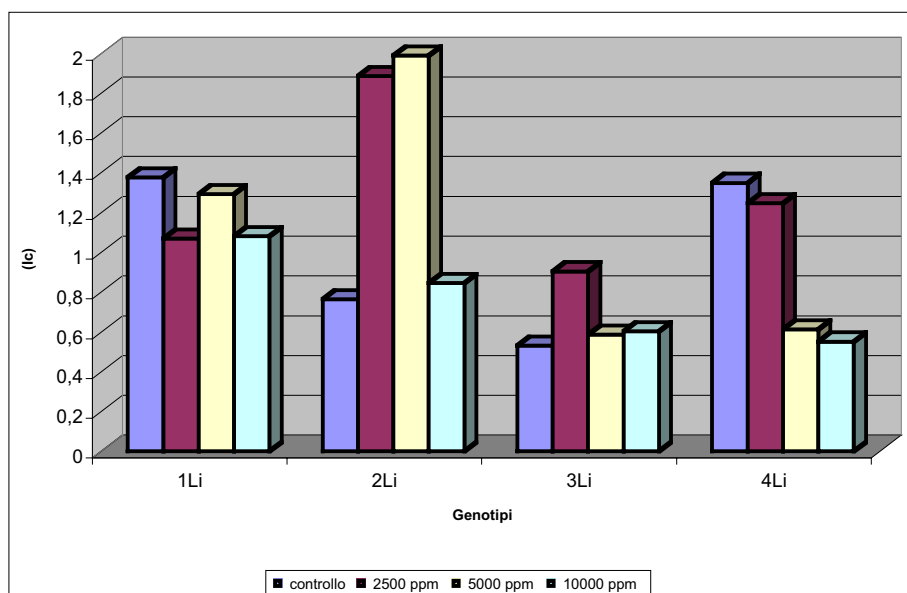


Figura 9. Valori medi dell'Indice di crescita (Ic) relativo al peso secco del callo nei 4 genotipi sottoposti a livelli crescenti di NaCl al 15° giorno.

L'azoto nelle colture cellulari di tabacco sembra svolgere un ruolo ridotto in presenza di salinità da NaCl, essendone ridotto l'assimilabilità (Fig. 13), sembra a seguito della inibizione della attività della nitrato-riduttasi (Sweby et al, 1991).

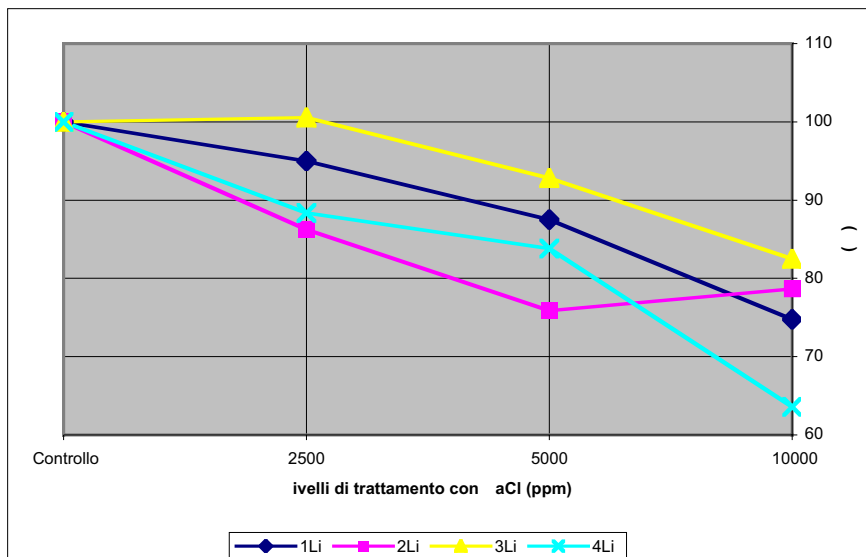


Figura 10. Valori medi percentuali del contenuto in acqua del callo trattato con NaCl rispetto al controllo (100) nei 4 genotipi di tabacco al 5° giorno.

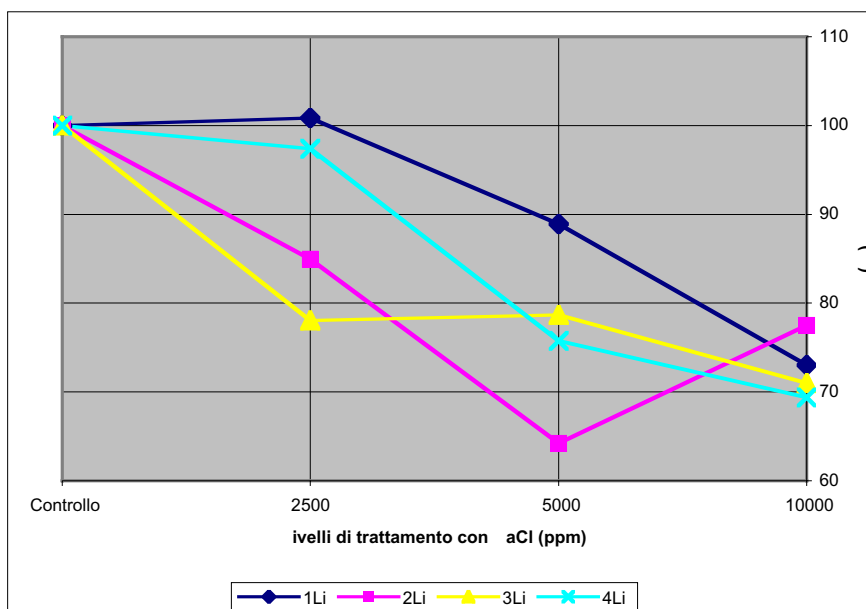


Figura 11. Valori medi percentuali del contenuto in acqua del callo trattato con NaCl rispetto al controllo (100) nei 4 genotipi di tabacco al 10° giorno.

Nei calli dei 4 genotipi di tabacco sottoposti a “salt-stress” si osserva un’inibizione nell’assorbimento del calcio, del potassio e del fosforo, se pur con modalità differenti in dipendenza dei livelli di trattamento con NaCl. Il “salt-stress” ha condizionato in maniera negativa il biochimismo cellulare, in par-

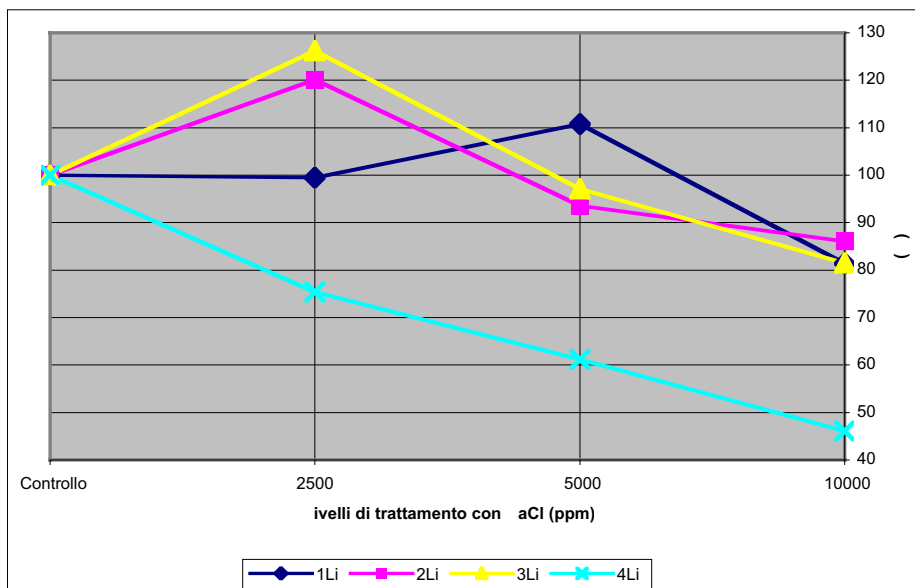


Figura 12. Valori medi percentuali del contenuto in acqua del callo trattato con NaCl rispetto al controllo (100) nei 4 genotipi di tabacco al 15° giorno.

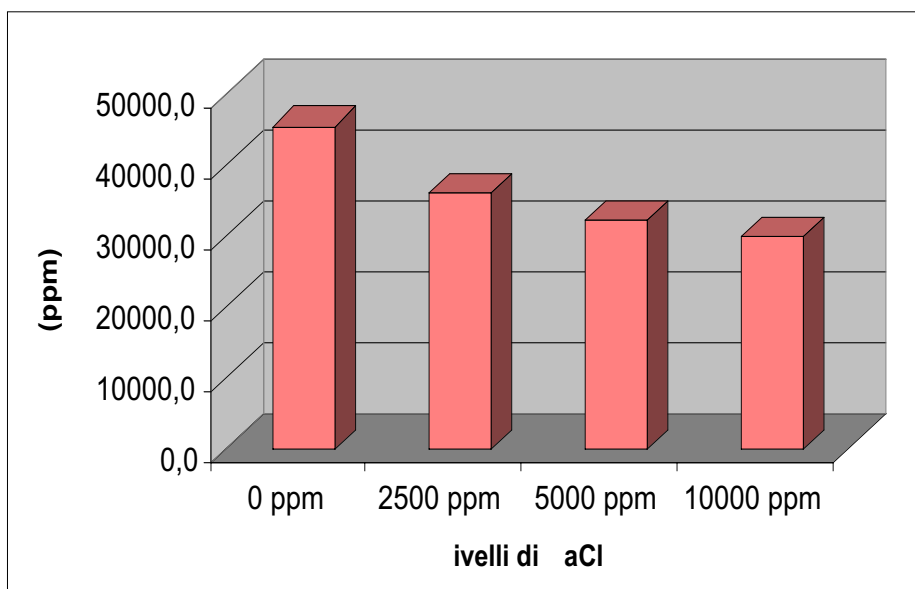


Figura 13. Valori medi dell’Azoto totale accumulato nel callo al 15° giorno nei 4 genotipi sottoposti a livelli crescenti di NaCl.

ticolare nell'assimilazione dello ione calcio che fisiologicamente è assorbito dalla cellula in gran quantità, poiché risulterebbe associato alla divisione cellulare ed all'espansione cellulare, svolgendo un ruolo importante per la stabilità cromosomica (Elliott, 1975).

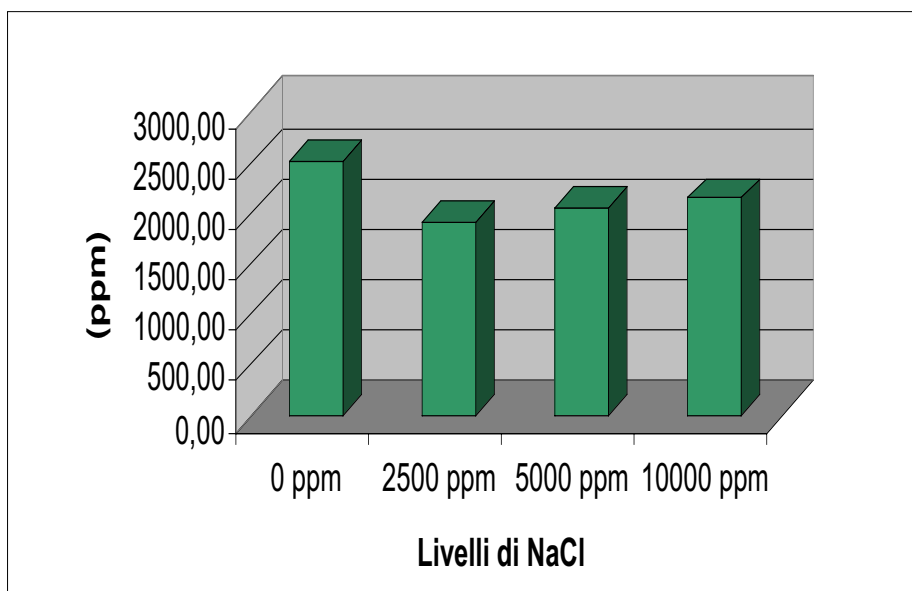


Figura 14. Valori medi di Fosforo totale accumulato nel callo al 15° giorno nei 4 genotipi sottoposti a livelli crescenti di NaCl.

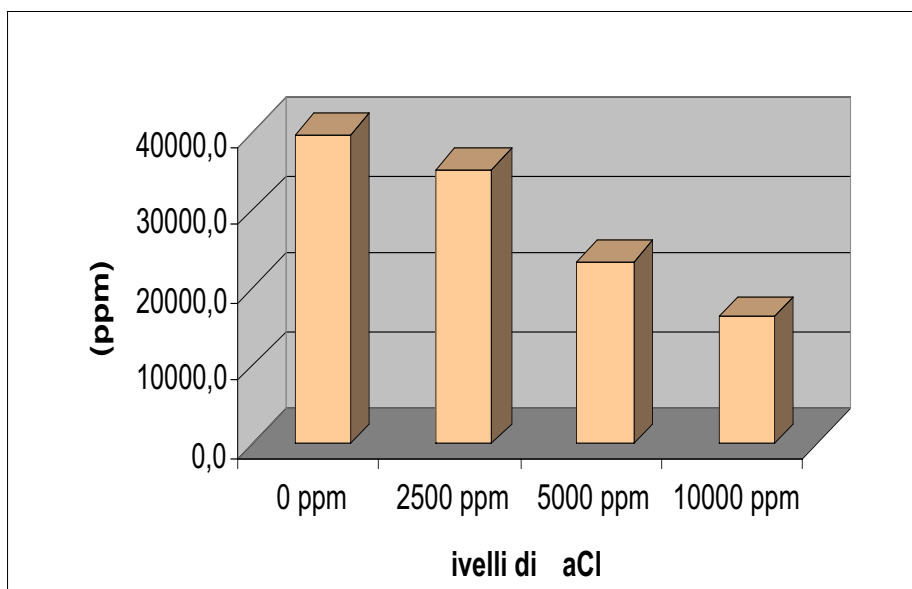


Figura 15. Valori medi di Potassio totale accumulato nel callo al 15° giorno nei 4 genotipi sottoposti a livelli crescenti di NaCl.

I cloruri accumulati nel callo trattato sono risultati, nei vari livelli di NaCl, sempre superiori al testimone.

Il catione sodio fa registrare un incremento costante di accumulo all'aumentare del livello di salinità nel terreno di coltura del callo. Al

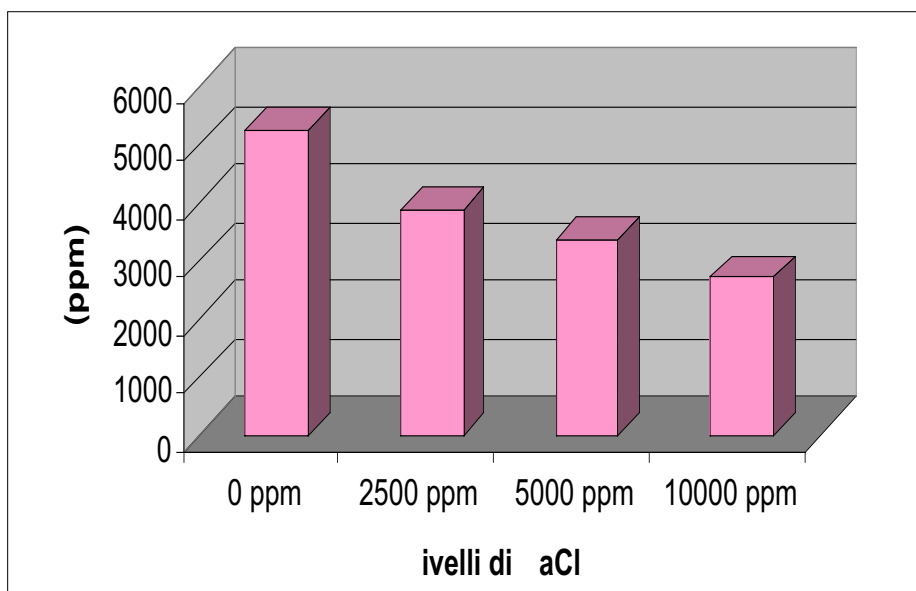


Figura 16. Valori medi di Calcio totale accumulato nel callo al 15° giorno nei 4 genotipi sottoposti a livelli crescenti di NaCl.

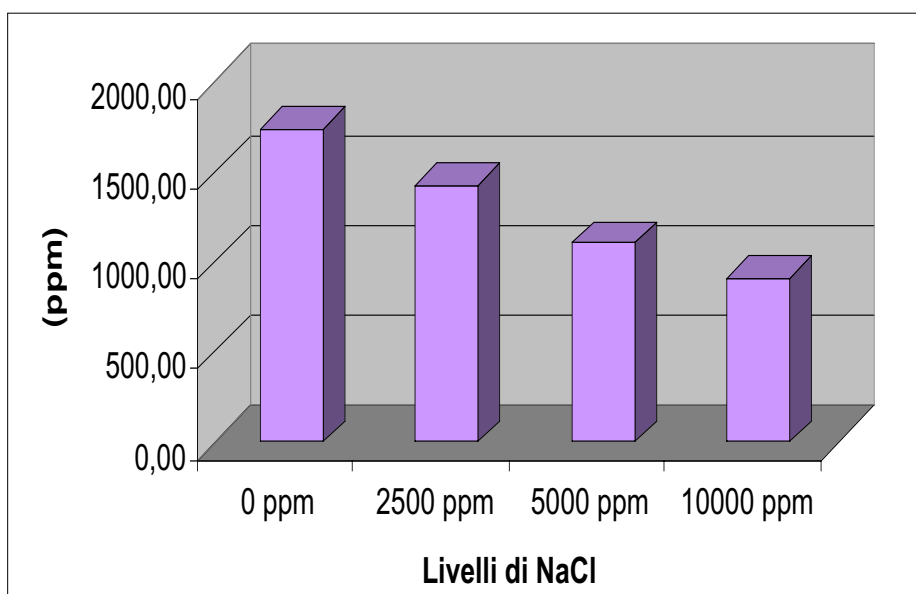


Figura 17. Valori medi di Magnesio totale accumulato nel callo al 15° giorno nei 4 genotipi sottoposti a livelli crescenti di NaCl.

tempo stesso si osserva una diminuzione dell'assorbimento dello ione potassio al crescere del livello di stress osmo-salino, a cui sono state sottoposte le colture cellulari.

Lo studio sulla coltura cellulare ha consentito di rilevare l'influenza del

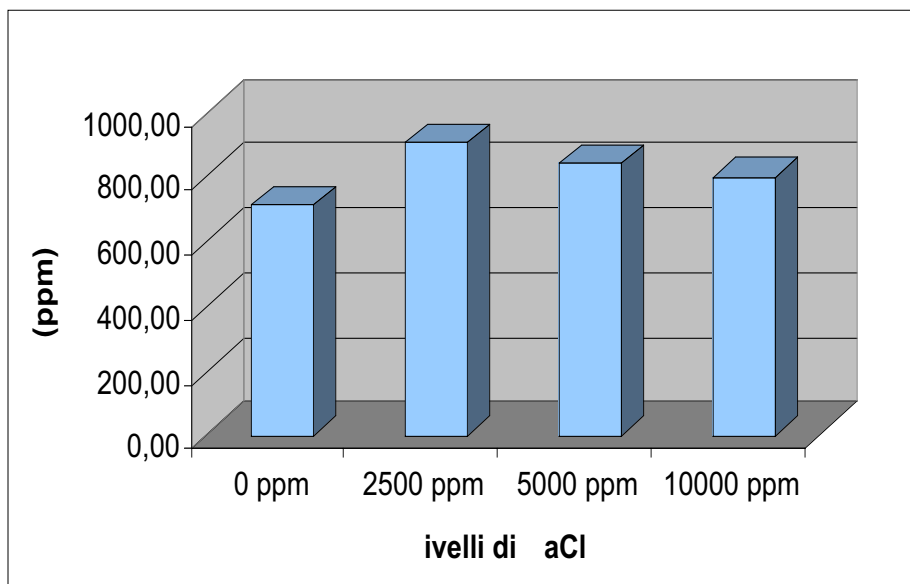


Figura 18. Valori medi di Cloruri totali accumulato nel callo al 15° giorno nei 4 genotipi sottoposti a livelli crescenti di NaCl.

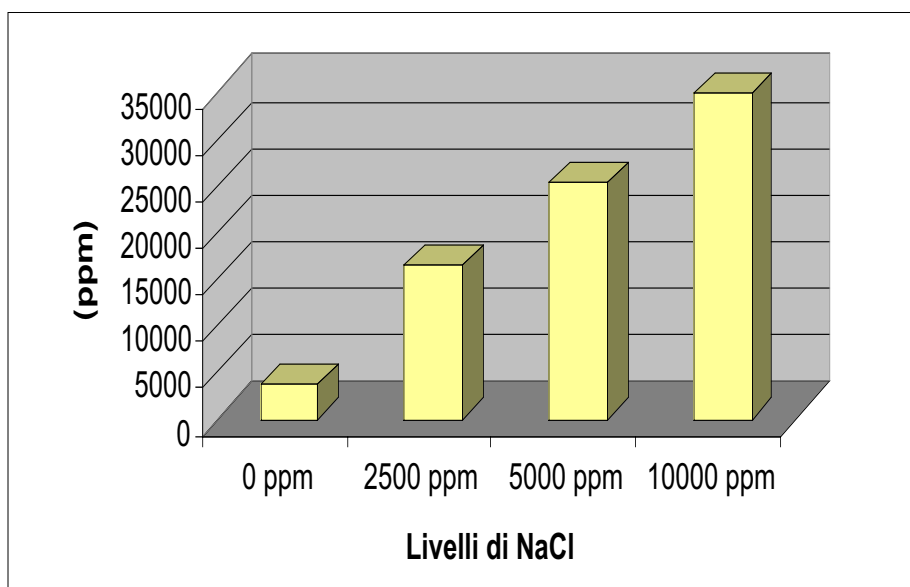


Figura 19. Valori medi di Sodio totale accumulato nel callo al 15° giorno nei 4 genotipi sottoposti a livelli crescenti di NaCl.

“salt-stress” sulla crescita del callo e sull’assorbimento ionico a livello cellulare, in presenza di livelli crescenti di NaCl, in assenza di altri fattori, che possano interagire con la salinità. Questa ricerca ha consentito di evidenziare gli effetti del “salt-stress” sul tessuto cellulare e sulla dinamica dell’accumulo ionico nelle colture cellulari di tabacco, da approfondire insieme alla capacità di accumulo e trasporto ionico nella pianta.

6. Bibliografia

A. S. AWAD, D. G. EDWARDS, L. C. CAMPBELL. Phosphorus enhancement of salt tolerance tomato. *Crop Science* (30) 1990.

R. A. BRESSAN, N. K. SINGH, A. K. HANDA, A. KONONOWICZ, P. M. HASEGAWA. Stable and unstable tolerance to NaCl in cultured tobacco cells. In *Plant Genetics* ed. M. Freeling Alan R. Liss Inc. Ny, 1985.

V. COTECCHIA. Studi e ricerche sulle acque sotterranee e sull’intrusione marina in Puglia (Penisola Salentina). C. N. R.-I. R. S. A. quaderno n. 20, 1997

J. M. ELLIOTT. Production factors affecting chemical proprieties of the flue-cured leaf. Part III. Nutrition – *Tob. Int.* 177(4), 1975.

FAO. Water quality for agriculture . Irrigation and drainage paper n. 29. Rome, 1985.

P. C. LA ROSA, N. K. SINGH; P. M. HASEGAWA; R. A. BRESSAN. Stable NaCl tolerance of tobacco cells associated with enhanced accumulation of osmotin. *Plant Physiology* 91, 1989.

D. A. LOMBARDI. Selezione in vitro per la tolleranza a water stress in tabacco orientale (*Nicotiana tabacum* L.). Atti Convegno Società Italiana di Genetica Agraria, Ugento (LE) 8 novembre 1990.

D. A. LOMBARDI. Genetic stability and expression in cultured cells of *Nicotiana tabacum* L. adapted to osmotic stress. In: *Acta Horticulturae*, n. 300 – “In vitro culture”, 1992.

D. A. LOMBARDI, P. ANGELINI, F. P. FESTA, F. RAIMO. Somaclonal variation in *Nicotiana tabacum* L. In: VII International Congress of Plant Tissue and Cell Culture, Firenze, June 12-17, 1994.

D. A. LOMBARDI, P. ANGELINI, F. RAIMO. Drought and salinity tolerance in tobacco Virginia bright (*Nicotiana tabacum* L.). XV Eucarpia General Congress, Viterbo, September 20-25, 1998.

E. V. MAAS. Salt tolerance of plants. *Applied Agr. Res.* 1, 1986.

G. L. MALIWAL, K. V. PALIWAL. Salt tolerance of some paddy, maize, sorghum, cotton and tobacco varieties germination and early growth stage. *Agricultural Science Digest India* 4 (3), 1984.

T. MURASHIGE, F. SKOOG. A revised medium for rapid growth and

bioassays with tobacco tissue culture. *Physiol. Plant.* (15), 1962.

K. S. NARENDRA, A. K. HANDA, P. M. HASEGAWA, R. A. BRESSAN. Proteins associated with adaptation of cultured tobacco cells to NaCl. *Plant Physiol.* 79 (1), 1985.

D. L. SWEBY, D. ERDEY, K. BLACK, B. I. HUCKETT, M. P. WATT. Effects of nitrogen nutrition on salt-stressed in vitro tobacco cultures. VII International Congress of Plant Tissue and cell cultured. 1991. Firenze, June 12-17, 1994.

M. TAL, H. KEIKIN, K DEHAN. Salt tolerance in the wild relatives of the cultivated tomato: Responses of callus tissues of *Lycopersicon esculentum* L, *Lycopersicon peruvianum* L and *Solanum pennellii* to high salinity – *Z. Pflanzenphysiol.* (86), 1978.

Y. W. YANG, R. J. NEUTON, F. R. MILLER. Salinity tolerance in Sorghum. (II) Cell culture response sodium chloride in *S. bicolor* and *S. halepense*. *Crop Science* (30), 1990.

CONTROLLO DELLA CONCIMAZIONE AZOTATA PER UN MIGLIORAMENTO DELLA QUALITÀ DEL TABACCO BRIGHT

F. Castelli, R. Contillo

Istituto Sperimentale per il Tabacco

Ministero per le Politiche Agricole e Forestali

Adeguati apporti azotati consentono di ottenere idonee produzioni di tabacco. L'azoto permette, infatti, di conseguire quantità remunerative di prodotto e, nello stesso tempo, di garantire buoni standard qualitativi. Nel caso specifico del Bright occorre inoltre tenere conto che i terreni più vocati per la coltivazione sono quelli sabbiosi, permeabili, dove l'azoto viene più facilmente dilavato, anche per effetto delle indispensabili frequenti irrigazioni. Se però si eccede con la concimazione si possono avere numerosi inconvenienti, quali un peggioramento della qualità del prodotto, un aumento della pericolosità del fumo sotto l'aspetto sanitario dovuto all'accumulo di nitrati nelle foglie, un aumento dei costi (tra cui l'allungamento dei tempi di cura) e, da non trascurare, l'eventualità di contribuire all'inquinamento ambientale.

1. La dose di concime

È dunque importante stabilire con un certa precisione la quantità di azoto da fornire alla coltura. Per questo l'agricoltore ricorre sempre più frequentemente all'analisi del terreno da coltivare. La tecnica prevede il prelievo di campioni di terreno prima dell'inizio della coltivazione, la successiva analisi presso laboratori specializzati e, in base ai risultati delle analisi, l'attuazione di un determinato piano di concimazione. Questa prassi è però piuttosto costosa e richiede tempo a causa del campionamento, che deve essere quanto più accurato possibile. Può indurre inoltre in errori di valutazione in quanto, a seguito della concimazione, il contenuto di nitrati nel terreno può variare anche notevolmente rispetto alla dotazione iniziale. Ad esempio, in un esperimento condotto su un suolo franco presso l'Istituto Sperimentale per il Tabacco di Bovolone (Verona), che aveva come obiettivi l'individuazione di sistemi in grado di ridurre la quantità dei costituenti azotati nel tabacco e il contenimento, per lo stesso elemento, dei possibili fenomeni d'inquinamento ambientale (Progetto UE "Bilancio dell'azoto", TAB-RES-INFO 96/T/67), sono state rilevate nei primi 0,2 m di terreno notevoli fluttuazioni nel tempo, con picchi fino a 500-600 kg ha⁻¹ di azoto nitrico a fronte di apporti azotati di 60-80 kg ha⁻¹, mentre in assenza di concimazione le variazioni sono state molto contenute per quasi tutto il ciclo colturale (Marchetti et al., 2001).

Per ovviare a questi inconvenienti e stabilire dosi e modalità di intervento con la concimazione azotata più adeguate, in questi ultimi anni sono stati proposti alcuni metodi innovativi. Il metodo che finora ha dato i migliori risultati è quello che prevede l'utilizzo di uno strumento portatile in grado di leggere il contenuto in clorofilla delle foglie e, indirettamente, il contenuto in azoto. Lo strumento da noi utilizzato è lo SPAD-502 (Minolta) che sebbene per ora sia ancora piuttosto costoso, sembra poter avere sviluppi promettenti.

2. La sperimentazione

La sperimentazione, realizzata nel quinquennio 1997-2001 nell'ambito del Progetto UE già citato e finanziato in parte anche dal Ministero delle politiche agricole e forestali, prevedeva nei primi tre anni l'uso di dosi differenziate di azoto (0, 20, 40, 60, 80 kg ha⁻¹ somministrati al tabacco Bright, cv. K396, come nitrato di calcio, in copertura, due settimane dopo il trapianto) per la messa a punto di un metodo di stima basato sull'utilizzo dello SPAD come strumento per la diagnosi fogliare.

I risultati ottenuti sono stati utilizzati in un successivo biennio di prove dimostrative per valutare lo stato nutrizionale di undici coltivazioni di tabacco di altrettante aziende tabacchicole del Veneto, cinque nel 2000 (Bonavicina, Bovolone, Campagne, Pojana, Vedelago) e sei nel 2001 (Angiari, Bovolone, San Pietro di Morubio, Oppeano, Roverchiara, Salizzole). In ciascuna azienda sono state messe a confronto due parcelle, una concimata in modo "tradizionale" (tecnica adottata normalmente dal tabacchicoltore) e un'altra, "sperimentale", condotta secondo le indicazioni delle letture settimanali fatte con lo strumento. Alle parcelle sperimentali è stata fornita una dose iniziale di azoto di 40 kg ha⁻¹ considerata, in base alle prove effettuate precedentemente, la dose minima per questi ambienti. Eventuali successive aggiunte sono state effettuate seguendo le indicazioni fornite dallo SPAD mediante letture settimanali (media di dieci valori) sulla nona foglia, a partire dal basso, di 30 piante scelte casualmente in ciascuna parcella.

3. Risultati

Un esempio dei risultati ottenuti è riportato in Figura 1. Nel grafico, che riguarda la prova di Angiari, le barre azzurre rappresentano le concimazioni con azoto effettuate sulle parcelle tradizionali mentre quelle blu sono relati-

ve alle parcelle sperimentali. I quadratini azzurri sono i valori SPAD riscontrati sulle parcelle tradizionali, i pallini blu su quelle sperimentali. Le curve rappresentano i valori di riferimento in quanto descrivono gli andamenti

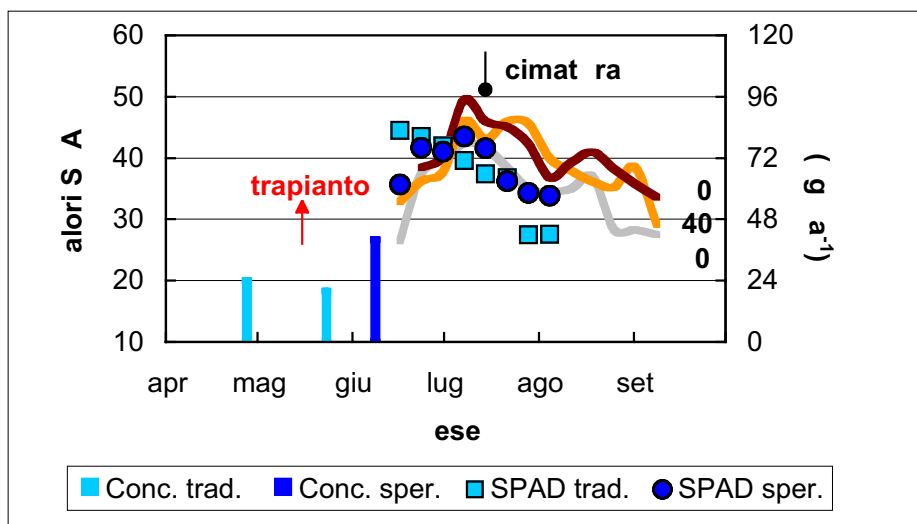


Figura 1. Risultati del confronto tra il metodo tradizionale e quello sperimentale realizzato nel 2001 ad Angiari.

delle misure SPAD, corrispondenti alle dosi 0, 40 e 80 kg ha⁻¹, eseguite nel corso delle prove sperimentali condotte nel triennio precedente.

I valori SPAD rilevati sulle parcelle mettono in evidenza gli effetti delle due tecniche messe a confronto.

È interessante notare, ad esempio, che la concimazione effettuata prima del trapianto sulla parcella tradizionale non ha portato alcun giovamento alla coltivazione in quanto i valori SPAD sono risultati inizialmente troppo elevati rispetto ai fabbisogni della pianta, rappresentati dalle curve di riferimento.

La successiva concimazione, applicata subito dopo il trapianto, è risultata invece insufficiente, come dimostra la rapida discesa del contenuto in azoto delle foglie già prima della cimatura. I risultati della parcella sperimentale, come vedremo successivamente, sono stati uguali o addirittura migliori di quella tradizionale, anche se complessivamente è stata apportata una quantità inferiore d'azoto, somministrata in un'unica soluzione al posto di due (Tab. 1).

Di contro, quando sono stati effettuati, come in altre località, interventi aggiuntivi in copertura troppo tardivamente e cioè dopo la cimatura, questi sono risultati inutili in quanto non hanno inciso in alcun modo sul risultato produttivo.

Località	Trattamento	Resa	Valore commerciale	Giorni alla raccolta	Combustibilità	Potere di riempimento	NUE
		kg ha ⁻¹	€ ha ⁻¹	d	s	cc g ⁻¹	kg foglie kg ⁻¹ N apportato
----- 2000 -----							
Bonavicina	Tradizionale	1.970	2.107	119,3	3,1	2,0	42
	Sperimentale	1.590	1.641	117,8	2,8	2,0	15
Bovolone	Tradizionale	1.713	1.740	112,7	3,0	2,2	21
	Sperimentale	2.176	2.066	117,5	3,0	2,2	36
Campagne	Tradizionale	3.279	3.484	148,2	3,2	1,9	41
	Sperimentale	2.957	3.244	157,4	2,4	2,0	41
Pojana	Tradizionale	3.534	2.588	133,4	1,8	1,9	38
	Sperimentale	3.290	2.423	135,1	2,2	2,1	41
Vedelago	Tradizionale	3.444	3.361	139,1	4,9	2,1	43
	Sperimentale	3.423	3.980	138,9	4,6	1,9	57
----- 2001 -----							
Angiari	Tradizionale	3.571	4.197	115,8	3,3	1,7	81
	Sperimentale	3.557	4.305	116,4	3,9	1,7	89
Bovolone	Tradizionale	4.477	4.520	121,6	4,3	1,8	56
	Sperimentale	4.118	4.511	118,0	4,4	1,8	103
San Pietro di Morubio	Tradizionale	3.275	3.266	95,5	2,7	2,0	126
	Sperimentale	3.236	3.192	95,4	2,5	1,9	54
Oppeano	Tradizionale	3.215	2.910	128,6	3,7	1,8	63
	Sperimentale	3.236	3.070	128,5	3,6	1,8	81
Roverchiara	Tradizionale	2.619	2.360	95,3	3,9	2,0	84
	Sperimentale	2.428	2.087	95,6	3,3	1,8	40
Salizzole	Tradizionale	3.544	2.176	132,1	3,1	1,7	-
	Sperimentale	3.863	2.373	128,9	3,0	1,9	48

Tabella 1. Resa in tabacco curato al 16% di umidità, valore commerciale, tempo medio di raccolta, combustibilità, potere di riempimento ed efficienza nell'uso del fertilizzante azotato (NUE, Nitrogen Use Efficiency) per ciascuna località e trattamento.

Le analisi fisiche sul tabacco curato proveniente dalle diverse località non hanno evidenziato differenze sostanziali tra le due tecniche, quella tradizionale e quella sperimentale.

Questa considerazione vale sia per la combustibilità, sia per il potere di riempimento, sia per il numero medio di giorni alla raccolta, probabilmente anche per il fatto che le differenze tra le dosi di concime applicate alle due parcelle a confronto sono state piuttosto contenute. Le rese in tabacco curato hanno visto il prevalere, pur moderato e con qualche eccezione (Bovolone 2000, Salizzole), della tecnica tradizionale, mentre in alcuni casi (Angiari e Oppeano) le rese non si sono differenziate.

Tuttavia, se consideriamo il valore commerciale del tabacco prodotto, il numero delle aziende dove la parcella tradizionale ha avuto il risultato migliore è stato nella sostanza uguale al numero delle aziende dove invece ha prevalso la tecnica sperimentale.

In questa valutazione occorre però tener conto che in alcuni casi l'intervento in copertura sulle parcelle sperimentali non è stato tempestivo (Bonavicina, San Pietro di Morubio, Roverchiara) e in questo modo non si è ottenuto l'effetto sperato.

Il fatto che i risultati si siano equivalsi per molte delle caratteristiche osservate sta a dimostrare che a maggiori apporti azotati non hanno corrisposto né maggiori rese, né una migliore qualità del tabacco. In tutti i casi in cui la concimazione azotata è stata eccessiva o effettuata in modo errato, ciò ha comportato invece una sensibile diminuzione dell'efficienza dell'azoto e cioè una riduzione di prodotto ottenuto per unità di fertilizzante azotato somministrato.

La tecnica sperimentale è risultata dunque sostanzialmente positiva. Fanno eccezione alcune località già citate, tra cui Bonavicina dove all'inizio della coltivazione entrambe le parcelle sono state erroneamente concimate allo stesso modo e dove alla parcella sperimentale è stata fatta un'ulteriore applicazione troppo tardiva e quindi inutile.

Anche a Roverchiara l'intervento correttivo è stato eseguito in ritardo, mentre a San Pietro di Morubio l'impiego di una varietà molto diversa da quella da noi utilizzata per la taratura ha comportato una diversa relazione tra valori SPAD e contenuto di azoto nelle foglie, impedendo così una corretta applicazione della tecnica sperimentale.

Alla minore efficienza della concimazione che ha contraddistinto in molti casi le parcelle tradizionali, ha fatto seguito un aumento nelle foglie del contenuto di azoto totale e ancor più di nitrati (Tab. 2).

Questa circostanza fa supporre che l'applicazione di azoto in quantità contenute e nel momento in cui la pianta effettivamente lo richiede (da circa due settimane dopo il trapianto e fino alla fioritura) favorisca un minor accumulo di nitrati nelle foglie.

Non sono state evidenziate sostanziali differenze tra le due tecniche per quanto riguarda il contenuto in alcaloidi totali, mentre quella sperimentale sembra aver favorito un più alto contenuto in zuccheri riducenti.

Questo fatto si è tradotto in un più equilibrato rapporto fra zuccheri e alcaloidi nella parcella sperimentali, ad eccezione di San Pietro di Morubio dove, infatti, la parcella sperimentale ha ricevuto più azoto di quella tradizionale e di Oppeano, dove il trapianto tardivo ha probabilmente influito sul risultato finale.

Località	Trattamento	Azoto totale	Nitrati	Alcaloidi totali	Zuccheri riducenti	Zuccheri riducenti/alcaloidi totali
		%	%	%	%	
-----2000-----						
Bonavicina	Tradizionale	3,0	0,70	2,5	8,5	3,4
	Sperimentale	2,4	0,24	2,0	10,8	5,5
Bovolone	Tradizionale	3,4	0,78	2,5	8,5	3,4
	Sperimentale	3,2	0,41	2,5	8,8	3,5
Campagne	Tradizionale	3,3	1,04	2,7	7,6	2,8
	Sperimentale	3,6	0,65	3,1	8,7	2,8
Pojana	Tradizionale	4,4	1,48	3,5	4,5	1,3
	Sperimentale	3,8	0,92	3,1	5,2	1,7
Vedelago	Tradizionale	2,7	0,38	2,3	8,8	3,8
	Sperimentale	2,4	0,15	1,9	9,3	5,0
-----2001-----						
Angiari	Tradizionale	2,6	0,16	2,1	8,2	4,0
	Sperimentale	2,9	0,23	1,8	8,3	4,6
Bovolone	Tradizionale	2,4	0,36	2,0	12,3	6,3
	Sperimentale	2,3	0,41	1,8	12,5	6,8
San Pietro di Morubio	Tradizionale	2,5	0,13	1,6	10,7	6,6
	Sperimentale	2,4	0,16	1,8	8,9	4,9
Oppeano	Tradizionale	2,4	0,33	1,6	13,1	8,1
	Sperimentale	2,3	0,30	1,7	12,7	7,3
Roverchiara	Tradizionale	3,1	0,61	2,4	5,1	2,1
	Sperimentale	3,0	0,21	2,3	6,6	2,9
Salizzole	Tradizionale	3,7	1,96	1,3	3,8	2,8
	Sperimentale	3,4	0,99	1,4	4,7	3,5

Tabella 2. *Caratteristiche chimiche del tabacco curato ottenuto nelle diverse località e nei due trattamenti a confronto.*

4. Conclusioni

L'analisi chimica preventiva del terreno può indurre in errore in quanto le concimazioni possono modificarne in modo più che proporzionale il contenuto in nitrati. L'utilizzo dello SPAD, pur richiedendo ancora approfondimenti e perfezionamenti per i risultati non sempre chiari e univoci ottenuti in queste prove, può costituire una valida alternativa in quanto, in generale, si è dimostrato in grado di rilevare con buona attendibilità lo stato nutrizionale della coltura di tabacco Bright. In particolare, se si impiegano varietà con caratteristiche diverse (ad esempio più precoci) occorre rideterminare le curve di riferimento. In ogni caso, l'utilizzo dello SPAD (e cioè la possibilità di controllare rapidamente e facilmente lo stato nutrizionale azotato della

pianta) permette di comprendere meglio le reali esigenze della coltura e può contribuire così sia a migliorare la qualità del tabacco, sia a ridurre possibili fenomeni di inquinamento ambientale.

Grazie all'uso di questo strumento è stato dimostrato, ad esempio, che la coltura risponde immediatamente, e cioè entro qualche giorno, alla concimazione azotata con nitrati e che pertanto risulta non conveniente, almeno per questo elemento, la più onerosa concimazione fogliare. È stato provato, inoltre, che eventuali apporti azotati supplementari devono essere fatti per tempo e in ogni caso non oltre la cimatura, altrimenti risultano inefficaci.

La concimazione effettuata nella fase di maggior utilizzazione da parte della coltura sembra migliorare il metabolismo della pianta, con conseguente minor contenuto in nitrati e un miglior equilibrio tra zuccheri e alcaloidi. Al contrario, una concimazione azotata troppo precoce, com'è quella attuata prima del trapianto, appare inutile per la coltura e dannosa per l'ambiente in quanto l'azoto, se non utilizzato dalla pianta, può diventare fonte di inquinamento. Considerate le attuali difficoltà della coltura del tabacco nell'ambito della UE, un prodotto dotato di un basso contenuto in sostanze nocive, come i nitrati, potrebbe costituire una strategia vincente per gli agricoltori.

5. Bibliografia

Marchetti R., Castelli F., Gamba C., Spallacci P., Contillo R. (2001). Effetto della fertilizzazione azotata sulla dinamica dei nitrati in un suolo franco coltivato a tabacco di tipo *flue-cured*. Atti del Convegno Nazionale "La scienza del suolo per l'ambiente", Venezia, 12-16 giugno 2000. Bollettino della Soc. Italiana della Scienza del Suolo, Vol. 50, Supplemento, Numero speciale, 131-139.

PRODUZIONE E QUALITÀ (ALCUNE CARATTERISTICHE INTRINSECHE) DI UNA COLTURA DI TABACCO BURLEY SOTTOPOSTA A DIFFERENTI LIVELLI DI CONCIMAZIONE AZOTATA IN TRE DIVERSI AREALI DELLA CAMPANIA

M. Mori

*Dipartimento di Ingegneria Agraria ed Agronomia del Territorio,
Università Federico II, Napoli.*

1. Introduzione

Il tabacco prodotto nel mondo nel 2001 è stato di circa 6.544.000 di tonnellate di prodotto curato (Nomisma, 2001). L'Italia rappresenta il primo produttore europeo ed è fra i primi a livello mondiale (129.937 tonnellate nel 2000) pur con una diminuzione sensibile dovuta in particolare agli aspetti legati alla salute umana. I tabacchi chiari rappresentano certamente la parte più cospicua ed in particolare il Bright (36%) ed il Burley (34%) (Nomisma, 2001).

Tra i parametri qualitativi del tabacco Burley, le *caratteristiche intrinseche* (N totale, alcaloidi totali e nitrati) e la presenza di cloruri costituiscono una componente importante per la qualità. Il contenuto di N totale nel Burley è ritenuto inversamente correlato con la qualità, pur essendo messo in relazione con la forza del fumo e con l'attitudine alle miscele (Moseley *et al.*, 1951). I nitrati che si formano durante la cura e la combustione del tabacco risultano i composti più pericolosi per la salute umana in quanto precursori delle nitrosammine che sono fra le sostanze a più alto potere cancerogeno. Queste ultime rappresentano fino al 2.5% della sostanza secca della lamina del Burley e superano il 10% nella costola essiccata. Infine la presenza di cloruri abbattendo la combustibilità rende le foglie molto meno commerciabili.

Tutti i parametri visti in precedenza risultano notevolmente influenzati dalla concimazione azotata (McCantz e Woltz, 1967; Elliot e Court, 1978; Jones e Tramel, 1979; Mylonas *et al.*, 1979; Evanylo e Sims, 1987; Bruns e Aycock, 1988; Sifola e Postiglione, 2002).

Obiettivo del presente lavoro è stato, quindi, quello di valutare l'effetto della concimazione azotata sulle rese e sulle caratteristiche qualitative del prodotto ottenuto, in una coltura di tabacco Burley in tre ambienti tipici della regione Campania.

2. Materiali e metodi

La prova è stata condotta in tre diversi areali: piana del Sele (Bellizzi SA),

piana del Volturno (Vitulazio, CE) e collina interna Campana (Benevento, Località Piano Cappelle). La cultivar impiegata in tutti e tre i campi è stata Burley C104, ibrido caratterizzato da una notevole precocità e particolarmente adatto per l'ottenimento di un buon tabacco aromatico. Il piano sperimentale prevedeva un confronto fattoriale tra 3 areali (piana del Sele; piana del Volturno; collina interna Campana) e 6 livelli di concimazione azotata (N0 = dotazione naturale del terreno; N50 = apporto di 50 kg ha⁻¹ di N; N90 = apporto di 90 kg ha⁻¹ di N; N130 = apporto di 130 kg ha⁻¹ di N; N170 = apporto di 170 kg ha⁻¹ di N; N210 = apporto di 210 kg ha⁻¹ di N). L'impianto sperimentale ha previsto per ogni areale 24 parcelle di 45 m² ottenute dalla combinazione delle 6 tesi azotate con quattro ripetizioni. Lo schema adottato è stato quello a blocchi randomizzati.

Il calendario della prova è stato sostanzialmente lo stesso per tutti gli ambienti previsti, con una differenza esclusivamente nelle date.

La concimazione di fondo è stata effettuata con 100 kg ha⁻¹ di P₂O₅ (perfosfato minerale) e 150 kg ha⁻¹ di K₂O (solfato potassico). La geodisinfezione è stata effettuata con Timet, il diserbo con Pendimetalin più Patoran.

La concimazione azotata si è divisa in tre momenti: in pre-trapianto con solfato ammonico (50% della dose totale prevista), 1^a concimazione di copertura con nitrato ammonico (25% della dose totale prevista) e 2^a concimazione di copertura sempre con nitrato ammonico (25% della dose totale prevista).

Il trapianto è stato effettuato, dopo trattamento localizzato con Lannate, il 20/5 nella piana del Sele, il 21/5 nella piana del Volturno e il 27/5 nel Beneventano. Dopo una decina di giorni, in tutti e tre gli appezzamenti, si è provveduto a sostituire le fallanze.

Sono stati inoltre effettuati i necessari trattamenti antiparassitari (Ridomil M2 e Lannate; Asco 30 e Aceberg; Asco 30 e Vertimec)

Le piante sono state irrigate con la restituzione del 100% della quantità di acqua evapotraspirata della coltura. Tale valore è stato ottenuto moltiplicando l'evapotraspirazione di riferimento (ET₀), calcolata mediante vasca evaporimetrica di classe A, per il coefficiente colturale (K_c). I k_c utilizzati sono stati i seguenti: 0.4, dal trapianto sino all'inizio della levata; 0.7, dall'inizio della levata alla formazione del bottone fiorale; 1 dalla fase di bottone fiorale sino alla completa maturazione delle foglie (Doorembos e Pruitt, 1977; Quaglietta *et al.*, 1988). I volumi irrigui erogati nell'arco del ciclo colturale, con infiltrazione laterale da solchi, sono stati mediamente pari a 2421 m³ ha⁻¹ nel campo di Bellizzi, 3043 m³ ha⁻¹ in quello di Vitulazio e 2650 m³ ha⁻¹ in quello di Benevento.

Alla raccolta, su un area di 24.0 m², oltre alle rese, sono stati valutati il numero delle foglie e il loro peso secco. Dai campioni ottenuti è stata

prelevata una quota che, seccata a 60° in stufa, è stata usata per le determinazioni di laboratorio (presenza di nitrati, azoto ammoniacale, cloruri e fosfati nella foglie). Le date delle raccolte, effettuate a foglia, sono riportate in Tabella 1.

	Benevento	Vitulazio	Bellizzi
1^a raccolta	31/07/02	25/07/02	24/07/02
2^a raccolta	23/08/02	13/08/02	14/08/02
3^a raccolta	11/09/02	10/09/02	04/09/02

Tabella 1. *Date delle raccolte nei tre ambienti di prova.*

3. Risultati

Dall'analisi dei suoli (Tab. 2) dei tre areali di prova possiamo notare come, per ciò che concerne la tessitura, in particolar modo nello strato 0-40 maggiormente interessato allo sviluppo radicale, i campi di Benevento e Vitulazio mostrino valori simili; diversa è risultata essere, invece, la composizione del terreno di Bellizzi che presenta una frazione argillosa superiore agli altri due, a spese della componente sabbiosa. Relativamente alle altre caratteristiche prese in considerazione, non emergono differenze sostanziali, nonostante una probabile più rapida nitrificazione dell'azoto nel terreno

Luogo	Profondità	EC N-NO ₃ N-NH ₄ S.O. N Kjeldhal									
		Argilla	Limo	Sabbia	CaCO ₃	pH	ms cm ⁻¹	(ppm)	(ppm)	(%)	(%)
Benevento	0-20	22,5	23,5	54,0	0,0	6,74	113	0	12	1,92	0.142
	20-40	23,5	19,5	57,0	0,0	6,90	128	2	21	1,52	0.110
	40-60	21,0	25,5	53,5	0,5	7,14	104	0	6	1,05	0.096
	Media	22,3	22,8	54,8	0,2	6,93	115,0	0,7	13,0	1,50	0,116
Bellizzi	0-20	30,5	21,5	48,0	0,5	7,34	127	2	16	1,72	0.092
	20-40	33,5	23,0	43,5	1,5	7,20	144	2	25	0,88	0.086
	40-60	28,5	25,5	46,0	1,5	7,27	141	2	3	0,81	0.082
	Media	30,8	23,3	45,8	1,2	7,27	137,3	2,0	14,7	1,14	0,087
Vitulazio	0-20	23,5	23,0	53,5	0,0	7,20	126	6	5	1,01	0.094
	20-40	25,5	22,5	52,0	1,5	7,25	151	17	2	0,94	0.077
	40-60	30,0	47,0	23,0	2,0	7,22	150	12	1	0,88	0.074
	Media	26,3	30,8	42,8	1,2	7,22	142,3	11,7	2,7	0,94	0,082

Tabella 2. *Caratteristiche fisico-chimiche dei terreni dei tre areali in prova.*

di Vitulazio evidenziata da concentrazioni di N-NO₃ decisamente superiori.

Dalla Figura 1, si nota come in tutte e tre gli ambienti di prova la produzione cresce all'aumentare della dose di azoto. In tutti i casi, la produttività

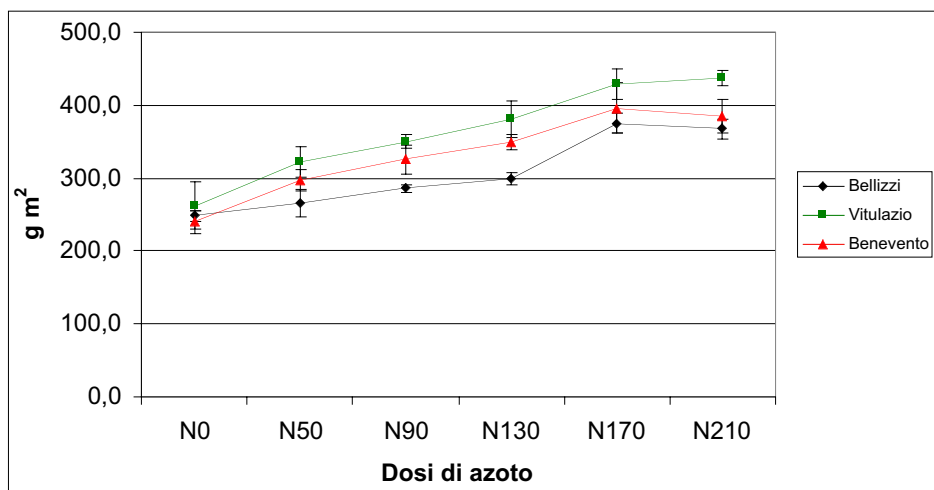


Figura 1. Resa in peso secco di foglie nei tre areali di prova. Le barrette rappresentano l'errore standard.

maggiore è stata rilevata a Vitulazio seguita da Benevento e Bellizzi.

A Benevento e Vitulazio la tesi N0 è significativamente differente da tutte le tesi concimate; nel campo di Bellizzi, invece, pur essendo evidente l'andamento crescente, incrementi statisticamente significativi rispetto alla tesi non concimata si sono avuti solo con dosi superiori a 90 kg ha⁻¹.

Relativamente alle differenze nei tre ambienti, è possibile notare come la tesi senza apporto di concime azotato non ha mostrato differenze statisticamente significative; questo in accordo con quanto visto dall'analisi dei terreni (Tab. 2) che non presenta differenze sostanziali dal punto di vista della composizione chimica nei tre ambienti di prova.

La tesi N50 comincia a differenziare il campo di Bellizzi da quelli di Benevento e Vitulazio, pur raggiungendo la significatività statistica solo con Vitulazio. Nelle tesi N90 e N130 si nota come Benevento e Vitulazio non mostrino differenze significative mentre Bellizzi conferma valori sempre statisticamente inferiori. Nella tesi N170 e N210, il campo di Bellizzi fa riscontrare un recupero di produttività che lo porta ad annullare le differenze con Benevento che mostra comunque valori intermedi.

In tutti e tre gli ambienti di prova le produzioni massime si ottengono, quindi, con dosi di concime comprese in un range di 130-170 kg N ha⁻¹ in accordo anche con quanto visto da diversi autori (Mc Cants e Woltz, 1967; Bowman, 1970; Atkinson e Sims, 1973; Mylonas *et al.*, 1979; Link e Terril,

1982) che indicano risposte ottimali con dosi comprese fra 160-200 kg N ha⁻¹.

Il numero di foglie per pianta alla raccolta non è risultato differente negli ambienti di Benevento e Bellizzi (56 e 55 foglie totali rispettivamente), mentre Vitulazio (59 foglie totali) ha fatto riscontrare valori superiori di circa il 7 %, questo può in parte spiegare la maggiore produzione avuta a Vitulazio rispetto agli altri due campi. La concimazione azotata sembra aver incrementato il numero di foglie indipendentemente dalle dosi somministrata: nelle tesi concimate, infatti, sono state raccolte in media 57 foglie contro le 54 della N0.

L'accumulo di N-NO₃ e di N totale nelle foglie è risultato sempre influenzato dalla concimazione azotata.

In particolare, il contenuto di nitrati (Fig. 2a) mostra andamento crescente in tutti e tre gli areali di prova al crescere delle dosi ma mentre a Bellizzi e Benevento i valori superano i 5000 mg Kg⁻¹ p.s. somministrando

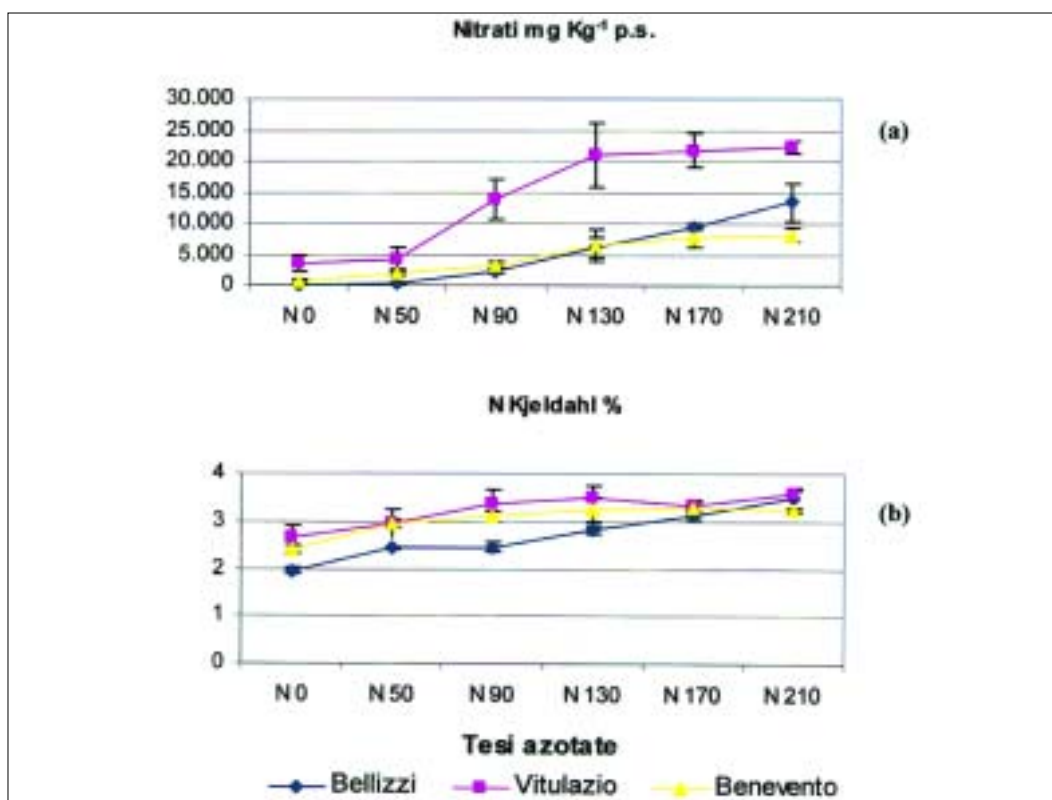


Figura 2. Nitrati (a) ed Azoto kjeldahl (b) nelle foglie per i tre areali di prova. Le barrette rappresentano gli errori standard.

almeno 130 kg ha⁻¹ e si mantengono comunque al di sotto dei 10000 mg Kg⁻¹ p.s. nel primo caso e al di sotto dei 15000 nel secondo, a Vitulazio già

alla dose 90 Kg di azoto ad ettaro si raggiungono valori intorno ai 15000 mg Kg⁻¹ p.s. mentre dalla N130 in poi sono sempre superiori ai 20000 mg Kg⁻¹ p.s.; la spiegazione di un maggiore contenuto di nitrati nelle foglie del campo di Vitulazio è probabilmente da spiegare con la maggiore presenza degli stessi nel terreno evidenziata nella tabella 2. In generale, comunque, la concentrazione in nitrati delle foglie in questo campo è risultata piuttosto alta, molto vicina ai valori massimi (fino al 2.5%) indicati, per le foglie curate di Burley da Beuchat e Covarelli (1990) e decisamente superiore ai valori medi di 1.7% riportati da Tso (1990) sempre in tabacco Burley. Tale risultato è certamente pericoloso in quanto queste sostanze rappresentano uno dei maggiori fattori di rischio del fumo, essendo stati riconosciuti fra i principali precursori delle sostanze mutagene del fumo di tabacco (Mizusaki *et al.*, 1977; Tso, 1990).

Anche per l'azoto organico (Fig. 2b) l'andamento è sempre crescente nei tre areali, con il campo di Bellizzi che, però, mostra per le dosi inferiori ai 130 kg ha⁻¹ valori significativamente minori rispetto agli altri due; oltre tale dose le differenze si annullano.

Il contenuto di cloruri (Fig. 3a) fa riscontrare andamenti differenti nei tre areali a confronto. In particolare nel campo di Bellizzi, in cui si notano i valori più elevati, dopo un andamento crescente fino alle tesi N90, dalla N130 in poi si evidenziano valori via via più bassi; a Vitulazio, al contrario, i valori maggiori si hanno nella tesi N0 diminuendo con l'aumentare della concimazione. Il campo di Benevento, infine, mostra un andamento quasi rettilineo e costante facendo riscontrare, anche in questo caso, i valori più bassi. La presenza così alta di cloruri nel campo di Bellizzi è, probabilmente, spiegabile con l'uso di acqua d'irrigazione attinta da falde infiltrate da acqua marina e quindi, piuttosto ricche di sali; il calo repentino della concentrazione di cloruri nelle tesi più concimate sarebbe, invece, da attribuire ad un effetto "diluizione" dovuto alla maggiore produttività delle tesi più concimate. Ciò potrebbe spiegare anche l'andamento sempre decrescente del campo di Vitulazio. Il contenuto di fosfati (Fig. 3b), infine, mostra un andamento sempre decrescente con valori statisticamente uguali per tutti e tre gli areali di prova dovuto, probabilmente, anche in questo caso ad un effetto "diluizione" nelle tesi con uno sviluppo maggiore (quelle più concimate).

4. Conclusioni

Sulla base dei risultati ottenuti, la concimazione azotata a dosi di 130-170 kg ha⁻¹ di azoto determina le migliori risposte quantitative.

Dall'analisi dei dati produttivi sembra confermata la migliore vocazionali-

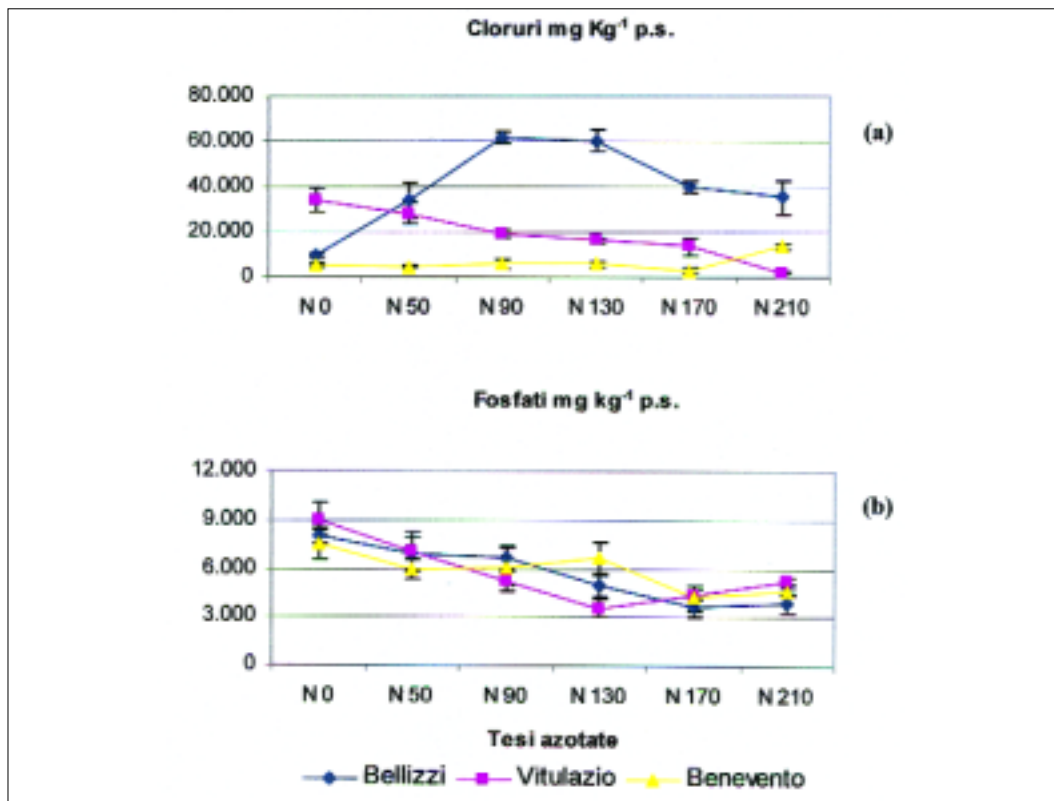


Figura 3. Cloruri (a) e Fosfati (b) nelle foglie per i tre areali di prova. Le barrette rappresentano gli errori standard.

tà della piana del Volturno e della collina interna Beneventana rispetto a quella della piana del Sele.

Relativamente alla qualità, l'effetto della concimazione è risultato evidente per tutti i parametri presi in considerazione ma con risultati differenti nei tre areali di prova.

A Benevento, infatti, non sembra che incrementi della dose di azoto comportino peggioramenti della qualità del prodotto; a Bellizzi, al contrario, con concimazioni superiori a 90 kg ha⁻¹, l'aumento della presenza di cloruri fa scendere il potere di combustibilità delle foglie a discapito della qualità; a Vitulazio, infine, il crescere della concentrazione di nitrati potrebbe comportare l'insorgere di problemi legati alla salute umana in quanto da essi derivano le nitrosammine che, essendo fra i principali precursori delle sostanze mutagene, rappresentano uno dei maggiori fattori di rischio del fumo.

In definitiva una concimazione azotata appropriata in relazione all'ambiente di coltivazione è auspicabile per ottenere rese idonee e un prodotto che abbia la migliore qualità dal punto di vista sia del consumo, sia della salute.

5. Bibliografia

- Atkinson W.O., Sims J.L., 1973. The influence of variety and fertilization on yield and composition of Burley tobacco. *Tob. Sci.* 17 175-176.
- Beuchat A, Covarelli G., 1990. Il tabacco . Edagricole
- Bowman D.R., 1970. Nitrogen source, rate and method of application on nicotine, nitrogen, potassium and calcium content of Burley tobacco. *Tob.Sci.* 14,151-154.
- Bruns H.A., Aycock M.K., 1988. Relationship of leaf mineral composition to certain agronomic and quality traits of Maryland tobacco. *Tob. Sci.* 32, 20-23.
- Doorembos J., Pruitt W.O., 1977. Crop water requirements. FAO *Irrig. and Drain. paper* 24 rev., Roma, pp. 144.
- Elliot J.M., Court W.A., 1978. The effects of applied nitrogen on certain properties of flue-cured tobacco and smoke characteristics of cigarettes. *Tob. Sci.* 22, 54-58.
- Evanylo G.K., Sims J.L., 1987. Nitrogen and potassium fertilization effects on yield and quality of Burley tobacco. *Soil Sci. Soc. Am. J.* 51, 1536-1540.
- Jones J.L., Tramel J.L., Jr 1979. Effects of nitrogen fertilization and leaf population on yield and quality of Virginia dark-fired tobacco. *Tob. Sci.* 23, 18-20.
- Link L.A., Terrill T.R., 1982. Influence of nitrogen and potassium fertilization on the yield, quality and chemical composition of Burley tobacco. *Tob. Int.* 184, 26-29.
- McCants C.B., Woltz W.G., 1967. Growth and mineral nutrition of tobacco. *Adv. Agron.* 19, 211-269.
- Mizusaki S., Okamoto H., Akiyama A., Fukuhara Y., 1977. Relation between chemical constituents of tobacco and mutagenic activity of cigarette smoke condensate. *Mutat. Res.* 48, 319-326.
- Mylonas V. A., Athanasiadis V. N., Peraxis X. A., 1979. Effects of nitrogen and potassium on yield, value and chemical composition of Burley tobacco. CO.RES.TA. *Agron. Study Group report*, 70-83.
- Moseley J., M., Harlan W.,R., Hanmer H.R.,1951. Burley tobacco : relation of the nitrogenous fractions to smoking quality. *Ind. Eng. Chem.* 43, 2343-7.
- Nomisma, 2001. La filiera del tabacco in Italia: impatto socio-economico e aspetti di politica fiscale. Sesto rapporto.
- Quaglietta Chiarandà F., d'Andria R., Morelli G., 1988. Influenza di volumi irrigui crescenti sulla quantità e qualità delle rese di tre varietà di tabacco (*Nicotiana Tabacum* L). *Irrigaz. e drenag.* 2, 25-31.
- Sifola M.I., Postiglione L., 2002. The effect of nitrogen fertilization and irrigation on dry matter partitioning, yield and quality of tobacco (*Nicotiana tabacum* L.) Burley type. *Agricol. Mediter.* 132, 33-43.

Tso T.C., 1990. Production, physiology and biochemistry of tobacco plant. Ideals Inc., Beltsville, Maryland, USA. 753 p.

