



FORMEZ - SAF/ENCC

CORSO DI QUALIFICAZIONE
NEL CAMPO DELLA SELVICOLTURA E DELL'ARBORICOLTURA DA LEGNO

Centro di Sperimentazione Agricola e Forestale, Roma

23 novembre - 4 dicembre 1981

ESIGENZE CLIMATICHE ED EDAFICHE
DEI PIOPPI E LORO CAPACITA' PRODUTTIVE

Dr. G. Frison
Istituto di Sperimentazione per la Pioppicoltura

ESIGENZE CLIMATICHE ED EDAFICHE DEL PIOPPI
E LORO CAPACITA' PRODUTTIVE

Giuseppe Frison

SAF/ENCC - Istituto di Sperimentazione per la Pioppicoltura
Casale Monferrato

PREMESSA

I pioppi appartengono alla famiglia delle salicacee che a sua volta rientra nel gruppo delle amentiflore. I fiori cioè, sia maschili sia femminili, portati su individui diversi (dioicismo), sono riuniti in speciali infiorescenze dette amenti. La fioritura è precocissima, di solito avviene prima dello sviluppo delle foglie. L'impollinazione avviene per opera del vento per cui le ibridazioni tra specie affini capitano con la massima frequenza sia nelle formazioni naturali che in coltura. I frutti, secchi e deiscenti, sono di forma capsulare. La maturazione dei frutti si compie in pochi giorni e la disseminazione, operata dal vento, può compiersi anche a distanze notevoli data la struttura di peli, che fungono da paracadute, di cui i semi sono provvisti. La facoltà germinativa dei semi è di breve durata ma la loro germinazione avviene prontamente se cadono su terreno sciolto e umido. La diffusione spontanea dei pioppi avviene pertanto lungo le rive dei fiumi, ruscelli e torrenti, dal mare fino all'orizzonte delle latifoglie eliofile o di quelle sciafile, a seconda delle caratteristiche ecologiche dei vari tipi costituendo, insieme ad altre specie, dei raggruppamenti vegetali che vanno sotto il nome di Populetaia.

Notizie fitosociologiche, cioè relative ai rapporti con altre specie nella costituzione delle formazioni naturali, sono riportate in uno studio del TOMASELLI (1959) al quale si rimanda chi fosse interessato all'argomento.

Da parte nostra ci limitiamo a ricordare che la sede di vegetazioni spontanee di pioppo sono limitate alle sponde dei corsi di acqua che non si asciugano d'estate o che perlomeno mantengono durante questa stagione una falda freatica in grado di influenzare l'umidità del terreno accessibile alle radici. Formazioni spontanee di pioppo possono insediarsi anche lontano dai corsi d'acqua dove però vi siano disponibilità idriche accessibili alle radici..

E' chiaro che situazioni del genere si verificano sempre meno frequentemente a mano a mano che dalla pianura padana, scendendo verso l'Italia centro-meridionale, ci si avvicina ai climi mediterranei più spiccatamente caldo-aridi.

Le formazioni spontanee sono però praticamente scomparse anche dalle sponde dei corsi d'acqua della pianura padana dove rimangono ancora dei relitti qua e là di modeste dimensioni in cui tra l'altro si può constatare che la striscia di terreno più vicina all'acqua è generalmente occupata dal salice dimostrando questa specie una igrofilia ancora più elevata del pioppo.

Tale scomparsa è da attribuirsi all'intervento dell'uomo che ha sostituito, ovunque fosse possibile, le associazioni naturali con piantagioni artificiali, molto più produttive, di cloni di pioppi ibridi ottenuti dall'incrocio di specie naturali.

Prima di entrare nel vivo dell'argomento si ritiene opportuno fare qualche cenno sulla classificazione delle specie naturali limitandoci a considerare quelle più significative e da cui sono derivati i cloni coltivati nel nostro Paese.

Successivamente, sempre per cenni, si passerà ad esaminare i principali fattori climatici e quelli pedologici in relazione alle esigenze del pioppo per trattare infine gli aspetti riguardanti le capacità produttive dei cloni più diffusi ed interessanti per la pioppicoltura italiana.

CARATTERI DISTINTIVI DELLE DIVERSE SEZIONI DEL GENERE *Populus*

Prospetto 1

Sezione	Sotto-sezione	Foglie	Piccioli	Gemme	Fiori m.	Fiori f.	Frutti
AIGEIOS		a delta, triangolari o romboidali a contorni traslucidi	Appiattiti	Lucenti	Amenti rossastri 12-60 stami	Amenti lunghi da 10 a 30 cm 2-4 stigmi	Capsule con 2-4 valve
LEUCE	Albidae	Dei brachiblasti ellittiche o rotondeggianti; dei macroblasti lobate. Ricoperte di un tomento bianco (pagina inferiore)	Abbast. corti e rotondi (appiattiti solo un po' vicino al lembo)	Piccole, pubescenti	Amenti di 8-10 cm, 6-10 stami	Amenti di circa 5 cm, stigmi	Capsule con 2 valve
	Trepidae	Rotondeggianti o ovali con peli non persistenti	Appiattiti	Piccole, lucenti	Amenti di 8-10 cm, 5-20 stami	Amenti di 10-12 cm, 2 stigmi	Capsule con 2 valve
TACAMAHACA		Ovoidali, più lunghe che larghe; base arrotondata, faccia inferiore a riflessi metallici	A sezione rotonda	Grandi, viscoso, aromatiche	Amenti rossi larghi e appiattiti; 15-60 stami	Amenti lunghi 2-4 stigmi	Capsule con 2-4 valve
TURANGA		Molto variabili	A sezione arrotondata o appiattita vicino al lembo	Pubescenti	Amenti grandi rossi 8 stami	Amenti grandi verdi 3 stigmi rossi	Capsule con 3 valve
LEUCOIDES		Grandi, cordiformi	A sezione rotonda	Molto viscoso lucenti	12-30 stami	2-3 stigmi	Capsule con 2-3 valve

CLASSIFICAZIONE GEOGRAFICA DEL GENERE Populus

Sezione	Europa Asia occidentale Africa del Nord	Asia orientale Cina , Giappone	America Nord orientale	America Nord occidentale
AIGEIROS	nigra con varietà		deltoides con sottospecie	sargentii fremontii wislizenii
LEUCE				
Pioppi bianchi	alba e varietà	alba tomentosa		
Tremoli	tremula	tremula, siebol- dii, davidiana	grandidentata tremuloides	tremuloides
TACAMAHACA		koreana maximowiczii suaveolens laurifolia simonii yunnanensis	tacamahaca	trichocarpa tacamahaca angustifolia
TURANGA	euphratica			
LEUCOIDES		lasiocarpa violascens wilsonii		

CLASSIFICAZIONE DEI PIOPPI

Il genere Populus si divide in cinque sezioni (prospetto 1), molto diverse per importanza, distribuzione geografica/ e valore economico. (prospetto 2)
 Noi ci limitiamo a considerare le specie indigene che rientrano nella sezione Aigeiros (pioppi neri) e nella sezione Leuce (pioppi bianchi e tremoli) e quelle introdotte che hanno già svolto un ruolo determinante nel miglioramento in Italia, pure appartenenti alla sezione Aigeiros (pioppi neri americani) o che in tal senso sembrano promettenti come alcune specie appartenenti alla sezione Tacamahaca (pioppi balsamiferi).

Sezione Aigeiros

Populus nigra L.

La distribuzione naturale dei pioppi neri copre l'Europa meridionale, dal Danubio al Mediterraneo e parte dell'Asia occidentale. In aree isolate si trovano anche in Nord-Africa, nelle montagne dell'Algeria e del Marocco.

Nelle stazioni italiane si trovano, oltre che lungo i corsi d'acqua e i luoghi freschi, anche nei terreni detritici, asciutti, dal mare fino all'orizzonte delle latifoglie sciafile raggiungendo quote fino a 1.350 metri. Presentano quindi una adattabilità notevole nei riguardi del clima e del terreno ma, nelle stazioni più difficili, in cui si insediano spontaneamente attraverso la disseminazione, le piante non raggiungono dimensioni notevoli e svolgono più che altro azione antierosiva. Risultati migliori possono essere ottenuti con cloni appositamente selezionati per fini produttivi.

I pioppi neri si moltiplicano per talea e ricacciano vigorosamente dalle ceppaie ma solo eccezionalmente formano polloni dalle radici.

Nel Sud Italia sono state descritte due varietà:

- P. nigra var. caudina Tenore

che si estende sul versante tirrenico e in Sicilia

— Populus nigra var. neapolitana Tenore
che si distribuisce nell'Italia meridionale.

In varie parti del mondo vengono coltivate le seguenti entità:

— Populus nigra cv. italica
è quasi sempre piantato in filari, come albero ornamentale, ma è utilizzato anche come frangivento. Presenta fusto policormico ed ha una notevole adattabilità a diverse condizioni ecologiche.

— Populus nigra cv. thevestina
è largamente coltivato nel Medio Oriente. Si adatta abbastanza all'atmosfera asciutta e consegue ottimi risultati nel clima mediterraneo tendente all'aridità purché il terreno venga irrigato. Non tollera le basse temperature invernali (-10°C). Cresce in Siria, Libano, Giordania, Iraq dove copre migliaia di ettari in filari singoli o doppi o in piccole piantagioni con spaziature molto fitte formando fusti diritti e monocormici. La CIP ha registrato sei doni della varietà thevestina su proposta della Romania (un clone), della Turchia (due) e dell'Iraq (tre).

- Populus deltoides Marsh.

L'areale di questi pioppi si estende dall'Oceano Atlantico alle grandi pianure dell'Ovest del Nord—America, approssimativamente tra il 30° ed il 50° parallelo.

La classificazione dei pioppi neri americani è piuttosto confusa, tuttavia secondo la nomenclatura più recente, si possono distinguere le seguenti specie:

— P. deltoides Bartr. var. deltoides
con i seguenti sinonimi: P. deltoides Marsh., P. angulata Ait., P. palmeri Sarg.

— P. deltoides var. occidentalis Rydb. con i sinonimi Populus sargentii Dode e P. texana Sarg.

I pioppi neri americani sono quelli tipici dei terreni moderatamente sabbiosi ben drenati e permeabili delle alluvioni delle valli del Mississippi e dei suoi affluenti come l'Ohio, il Missouri, ecc. dove nelle formazioni spontanee insieme ai salici svolgono il ruolo di specie pioniere. Sono adatti, anche i terreni sabbiosi purché vi sia una buona umidità durante tutta la stagione estiva o la presenza di una falda freatica accessibile alle radici. A cominciare dal 18° secolo sono stati introdotti in Italia ed in altri Paesi europei a più riprese. Anche recentemente sono state fatte delle raccolte sistematiche di talee e di semi da parte del Poplar Council degli USA che li ha inviati ai vari Paesi europei tra cui anche l'Italia ed in particolare ai nostri Istituti (ISP e CSAF) che hanno così avuto l'occasione di fare, tra l'altro, delle osservazioni e delle ricerche su varie provenienze.

La coltivazione diretta dei tipi introdotti, a parte i caroliniani di un tempo che hanno incontrato un certo successo nell'Italia occidentale, non si è affermata ma essi sono serviti come genitori nelle ibridazioni. Infatti dagli incroci naturali o artificiali tra Populus deltoides e Populus nigra sono derivati moltissimi cloni, denominati euramericani, alcuni dei quali ormai da quasi mezzo secolo reggono la pioppicoltura nel nostro Paese. Anche recentemente ne sono stati ottenuti parecchi molto promettenti dal punto di vista produttivo e molto resistenti alla Marssonina che si stanno rapidamente affermando.

Cloni coltivati

Alla Sezione Aigeiros appartengono tutti i cloni commerciali coltivati in Italia. Oggi ne risultano iscritti al Registro Nazionale dei Cloni Forestali 24, elencati nel prospetto 3, di cui 20 sono ibridi euramericani (P. deltoides x P. nigra), 3 sono P. deltoides ed 1 appartiene alla specie P. nigra.

CLONI DI PIOPPO ISCRITTI AL REGISTRO NAZIONALE DEI CLONI FORESTALI

Populus x euramericana (Dode) Guinier

'I-214'	
'I-154'	Registrati il 23 marzo 1972
'I-262'	(selezionati da Jacometti)
'I-455'	
'I-45/51'	Registrati il 23 marzo 1972
San Martino (già 72/58)	(selezionati dall'ISP)
Triplo (già 37/61)	Registrato il 29 gennaio 1974
	(selezionato dall'ISP)
Boccalari (già 'I CB2')	Registrati il 29 gennaio 1974
BL Costanzo	(selezionati da privati)
Gattoni	
Cappa Bigliona	Registrati il 24 giugno 1975
Branagesi	(selezionati da privati)
Pan	Registrato il 24 luglio 1978
	(selezionato da privato)
'302 San Giacomo'	Registrato il 30 settembre 1980
	(selezionato da privato)
Luisa Avanzo	
Cima	Registrati il 30 settembre 1980
Carpaccio	(selezionati dal CSAF, Roma)
Guardi	
Bellini	
Adige	Registrato il 29 aprile 1981
	(selezionato da privato)

Populus deltoides Bartr. var. deltoides

Harvard (già 63/51)	Registrati il 23 marzo 1972
Lux (già 69/55)	(selezionati dall'ISP)
Onda (già 72/51)	Registrato il 29 gennaio 1974
	(selezionato dall'ISP)
<u>Populus nigra L.</u>	
Jean Pourtet	Registrato il 30 settembre 1980
	(selezionato dal CSAF, Roma)

La produzione di questi cloni è molto elevata in terreni profondi, fertili e con condizioni di reazione e di umidità adeguate.

Una sintesi delle principali caratteristiche e della capacità di adattamento di quelli coltivati più diffusamente o ritenuti più interessanti, trascurando la resistenza alla Marssonina, che nell'ambiente meridionale non influisce in maniera preoccupante, può essere la seguente.

Populus x euramericana 'I-214'

Clone femmina con abbondante produzione di "cotone". Di facile propagazione agamica, di elevato attecchimento delle pioppelle e di rapido accrescimento, presenta fusto leggermente sinuoso con ramificazione abbastanza regolare.

Si adatta a diversi tipi di terreno ma presenta difficoltà di insediamento e scarso accrescimento in quelli con fenomeni di idromorfismo, in particolare argillosi ed in quelli eccessivamente calcarei.

Presenta una notevole resistenza alla defogliazione primaverile. Il legno ha una densità basale di 0,300-0,320 g/cm³ ed è idoneo a vari impieghi industriali (compensato, segheria, cartiera), tipici del pioppo.

Populus x euramericana 'BL Costanzo'

Clone femmina ottenuto per selezione massale dal pioppicoltore Matteo Costanzo di Rosasco (PV).

Di facile attecchimento e di rapido accrescimento, presenta fusto diritto con ramificazione tendenzialmente verticillata e spiccato accrescimento in altezza.

Si adatta ad una grande varietà di terreni, anche a quelli alquanto umidi, e preferisce spaziature medio-larghe.

E' abbastanza resistente alla defogliazione primaverile.

Il suo legno si presta a tutti gli usi.

Populus x euramericana 'Pan'

Clone femmina con scarsa produzione di cotone, selezionato dal Comm. Carlo Ferrari di Alagna Lomellina (PV).

Di ottimo attecchimento e di rapido accrescimento, presenta fusto molto diritto, ramificazione raccolta e verticillata, con spiccato accrescimento in altezza.

Si adatta ad una gran varietà di terreni, tranne quelli eccessivamente calcarei.

E' abbastanza resistente alla defogliazione primaverile.

Il suo legno si presta a tutti gli usi.

Populus x euramericana 'L. Avanzo'

Clone femmina ottenuto a Bagni di Tivoli per impollinazione libera di una pianta di P. deltoides originaria di Stoneville (Mississippi).

Di facile attecchimento e di rapido accrescimento, è caratterizzato dal protrarsi della vegetazione al tardo autunno ed il fenomeno è reso più evidente per l'assenza di defogliazione causata da malattie.

Il fusto è generalmente diritto, con accrescimento apicale dominante.

Si adatta ad una grande varietà di terreni, inclusi quelli argillosi anche con manifestazione di fenomeni di idromorfismo, ma può risultare inadatto a quelli con elevato contenuto in calcare attivo.

Presenta resistenza notevole alle ruggini e sufficiente alla defogliazione primaverile. Ha una buona resistenza al vento.

Il legno ha una densità basale abbastanza elevata e si presta a tutti gli usi.

Populus x euramericana 'Cima'

Clone femmina, fratellastro del L. Avanzo, del quale possiede caratteristiche assai simili.

Ha un portamento più raccolto del clone precedente del quale, nell'ambiente meridionale, dà risultati produttivi non inferiori.

Populus x euramericana 'Guardi'

Clone femmina, ottenuto per impollinazione controllata di una pianta di P. deltoides originaria da Stoneville con il clone P. nigra 'Bordils'.

Di facile attecchimento e di rapido accrescimento, presenta un fusto diritto. In età giovanile forma la chioma in alto per cui se da un lato mantiene una notevole parte del fusto libera da rami, dall'altra rimane più esposto all'eventuale azione negativa del vento.

E' immune alla defogliazione primaverile.

Si adatta a molti terreni, esclusi quelli con elevato contenuto in calcare attivo.

Il suo legno si presta a tutti gli usi.

Populus x euramericana 'Carpaccio'

Clone femmina ottenuto per impollinazione controllata di un P. deltoides originario da Stoneville con il P. nigra italica.

Di facile attecchimento e di rapido accrescimento, presenta un fusto leggermente sinuoso.

E' particolarmente indicato per l'Italia meridionale perché è abbastanza frugale e si adatta a molti terreni anche piuttosto scadenti per gli altri ibridi euramericani.

Resiste alle ruggini ed è mediamente resistente alla defogliazione primaverile.

Il suo legno si può prestare a parecchi usi, malgrado la presenza di "punti neri".

Populus x euramericana 'Bellini'

Clone maschio ottenuto a Roma per impollinazione libera del clone P. deltoides 'Chautagne'.

Di facile attecchimento e rapido accrescimento, in particolare nell'Italia meridionale, presenta un fusto abbastanza diritto.

Si adatta a molti terreni, esclusi quelli con elevato contenuto in calcare attivo.

Ha una buona resistenza al vento.

Ha una resistenza buona alle ruggini ed è immune alla defogliazione primaverile.

Il suo legno si presta a tutti gli usi.

Populus nigra 'Jean Pourtet'

Clone maschio selezionato da Pourtet nella valle della Garonna.

Tra i cloni di P. nigra sperimentati in Italia si è dimostrato quello di più rapido accrescimento e di maggior plasticità per cui è consigliato per piantagioni in situazioni difficili in particolare nell'Italia centro-meridionale.

Si adatta sia alle piantagioni fitte sia a quelle rade, anche se in queste ultime sviluppa grossi rami ed è preferibile ad altri cloni per l'impiego a piccoli gruppi.

Il suo legno si presta a tutti gli usi, esclusi quelli più nobili (compensato).

Sezione Leuce

Si distinguono due sottosezioni:

- . Albidae = pioppi bianchi
- . Trepidae = tremoli

I pioppi bianchi, pur essendo originari delle regioni caldo-aride, nelle loro stazioni naturali sono legati alla presenza dell'acqua, per cui crescono nei fondo-valle, lungo i corsi dei fiumi e nei luoghi umidi in genere, dal mare fino all'orizzonte delle latifoglie eliofile; solo eccezionalmente più in alto, raggiungendo in Italia quota 1.200 metri sia nella penisola che nelle isole. Tuttavia alcune forme sono abbastanza resistenti alla siccità e ad una certa salinità del suolo e dell'acqua. Resistono molto alle alte temperature ed ai venti mentre soffrono talvolta di gelate invernali.

Si propagano per talea, anche se talvolta con una certa difficoltà, e producono dalle radici vigorosi polloni, anche a grandi distanze (50 metri) dai piedi dell'albero.

Molti botanici pongono tutti i pioppi bianchi nella singola specie Populus alba L. mettendo così insieme molte forme che appaiono nelle valli dei fiumi mediterranei (Europa, Asia ed Africa), nei Balcani e nell'Asia occidentale. In realtà essi possono essere divisi in due gruppi: centro orientale e occidentale.

I pioppi del primo gruppo, che corrispondono al tipo descritto da Linnaeus: Populus alba che comprende: P. nivea, P. peroneana, P. bolleana ecc. si estendono nell'Europa centro-meridionale e nell'Asia occidentale come albero ornamentale. Alcuni di essi hanno un certo valore economico e sono coltivati a fini commerciali nel Medio-Oriente. Ad esempio la c.v. Roumi è estensivamente coltivata in Siria dove però è considerata più esigente in acqua del pioppo nero (P. nigra var. thevestina).

In Europa occidentale ed in Argentina è coltivato un clone di sesso maschile detto bolleana, di forma fastigiata. Altri due pioppi bianchi di questo gruppo sono largamente coltivati in Iran (Kabudeh Schirazih e K. Bumi). Recentemente sono stati selezionati alcuni cloni: in Olanda il Raket di cui uno dei parenti è il "Bolleana", in Turchia l'"Ankara AT", presente anche a Tivoli nel Populetum Mediterraneum e infine in Italia il clone 'I-58-57' prodotto incrociando un pioppo bianco della Toscana con uno del Piemonte. Altre selezioni sono state ottenute dall'Istituto di Selvicoltura di Arezzo ma nessun clone di pioppo bianco è ancora stato iscritto al Registro Nazionale dei Cloni Forestali per cui non vi può essere commercio di pioppelle per piantagioni produttive.

Al gruppo occidentale appartengono i pioppi bianchi indicati sotto i nomi di P. hickeliana Dode, P. subintegerrima Lange, M. macrophylla Maire la cui distribuzione è limitata al bacino occidentale del Mediterraneo, Sardegna, Spagna, Marocco e parte dell'Algeria. Un vasto programma di selezioni è in atto in Marocco da diversi anni e sono stati già isolati numerosi cloni (PE 102, 104, 105, 107, 179, 180, 195 e 202) di cui alcuni sono stati introdotti in Italia e messi a dimora a Tivoli nel Populetum Mediterraneum con risultati non molto inferiori a quelli degli euramericani.

I pioppi tremoli sono molto esigenti in fatto di luce, insensibili alle basse temperature e abbastanza indifferenti alla natura del suolo, anche se in realtà raggiungono buone dimensioni soltanto nei terreni profondi e freschi.

Non si propagano per talea di fusto ma formano numerosi succhioni dalle radici per cui possono essere trapiantati come polloni radicati o moltiplicati per talea radicale. La loro notevole capacità pollonifera li mette in condizioni di invadere la stazione in particolare nelle chiare e nelle zone percorse dal fuoco. Sopportano male la concorrenza di altre specie ma possono formare dei popolamenti densi e puri o in associazione con le betulle. Il loro apparato radicale è superficiale e resistono male al vento. I tremoli sono specie nordiche e di montagna che possono occupare stazioni meridionali purché l'altitudine compensi la latitudine.

I pioppi tremoli si distinguono principalmente in tre specie:

- Populus tremula L. in Eurasia e nel Nord-Africa;
- Populus tremuloides Michx. e Populus grandidentata Michx. nel Nord-America.

Il Populus tremula L. si estende su quasi tutta l'Europa, l'Asia occidentale ed il Nord-Africa con differenziazioni in razze geografiche che possono essere distinte sulla base delle caratteristiche morfologiche.

In Italia cresce fino a quota 2.100 metri nei luoghi boschivi misti degli orizzonti delle latifoglie eliofile e sciafile e delle aghifoglie, eccezionalmente negli orizzonti inferiori o superiori.

Selezioni per ottenere cloni più produttivi sono state fatte in molti Paesi ma solo con risultati modesti.

Il Populus tremuloides Michx. si trova in gran parte nel Nord-America con l'eccezione delle pianure centrali e sud-orientali. Presenta una variabilità pari a quella del pioppo tremolo ed è stato utilizzato come genitore nelle ibridazioni con altre specie.

Il P. grandidentata Michx. ha una distribuzione più limitata all'interno della parte nord-orientale dell'areale del P. tremuloides, compresa la regione dei Grandi Laghi e la Valle del S. Lorenzo. E' utilizzato nelle ibridazioni con i pioppi della sezione.

Ibridi tra le sottosezioni Trepidae x Albidae

Ibridi Tremula x Alba, conosciuti come Populus x canescens Smith., sono detti pioppi grigi dai forestali francesi. Un pioppo maschio è coltivato in Francia detto da Dode P. megaleuce.

Molti pioppi grigi sono stati prodotti artificialmente nell'Europa occidentale specialmente in Germania, dove 8 cloni sono stati selezionati e moltiplicati sotto i numeri da D 500 a D 507.

I pioppi coreani ibridi glandulosa x alba sono da includere tra gli ibridi delle sottosezioni Trepidae e Albidae.

Sezione Tacamahaca

Riunisce tutti i pioppi balsamiferi ed è rappresentata in Nord-America dove vi sono delle formazioni naturali di notevole importanza economica, ed in Asia dove l'areale si estende dalla Turchia orientale al Giappone.

Sono pioppi più "forestali" dei nigra dei quali hanno un areale più nordico. Sono resistenti alla Marssonina per cui stanno

diventando di un certo interesse.

Tra le specie asiatiche ricordiamo:

- P. laurifolia Ladeb. presente in Siberia e coltivato in Canada
- P. szechuanica Schneid. presente in Cina
- P. koreana Rehd. presente in Corea
- P. maximowiczii Henry presente in Giappone
- P. simonii Carr. si espande dalla Cina nord-centrale alla Repubblica di Corea, usato a scopi ornamentali
- P. yunnanensis Dode. si spinge più a Sud degli altri pioppi balsamiferi, resiste alla siccità ed è meno sensibile al freddo di quello che può far pensare la sua origine. Le foglie cadono molto tardi e nei climi miti esse sono semi-persistenti.
- P. suaveolens Fisch. si estende dall'arco orientale della Turchia alla Kamchatka in URSS
- P. ciliata Wall. Le relazioni del pioppo ciliata con questa sezione sono dubbie.

Tra le specie americane ricordiamo:

- Populus trichocarpa Torr. e Gray. L'area di distribuzione si estende dall'Alasca alla California. Grande albero che può raggiungere il metro di diametro ed i 30 metri di altezza, forma boschi lungo i fiumi e può formare boschi misti con la Douglasia. E' un albero da aree a clima oceanico, con molta umidità anche se sopporta brevi periodi secchi estivi.
- Populus balsamifera Duroi (P. tacamahaca Mill.). E' distribuito in Canada, in Alasca e in parte degli USA a nord del 45° di latitudine. Grande albero che occupa i fondo valli in formazioni pure o miste ai salici, faggio, betulla e abete. E' coltivato come albero ornamentale nell'Europa orientale.

Ad opera del Poplar Council degli USA sono stati distribuiti in diversi Paesi europei semi e talee di alberi plus da cui vennero selezionate delle buone cultivar.

Scott Pauley nello Stato di Washington ha selezionato le cultivar Fritzi Pauley che presenta rapido accrescimento, buona adattabilità ai terreni compatti, ed è idonea come albero forestale. E' resistente alle malattie presenti in Europa ed è stato impiegato in Belgio come pianta madre per numerosi incroci in particolare con i P. deltoides.

Alcuni di questi ibridi sono in prova anche presso l'Istituto di Pioppicoltura di Casale Monferrato. Dallo stesso Istituto sono stati provati e sono tuttora sotto osservazione in piantagioni collinari e di montagna altri cloni ottenuti da seme raccolto in Belgio su individui di P. trichocarpa fecondati naturalmente. Si tratta presumibilmente di ibridi tra P. trichocarpa e P. deltoides (cloni 041/67, 044/67 ed altri).

Anche i pioppi balsamiferi asiatici sono stati impiegati a Casale negli incroci con P. deltoides ottenendo alcuni cloni di notevole interesse dei quali il più rappresentativo è l'Eridano (P. deltoides x P. maximowiczii).

FATTORI CLIMATICI

Luce

La luce è il fattore ecologico indispensabile per la funzione clorofilliana ed è insostituibile per l'accrescimento e la riproduzione dei vegetali autotrofi. Essa rappresenta quella parte di energia radiante visibile all'occhio umano, con una lunghezza d'onda compresa tra 390 e 750 millimicron. I raggi infrarossi sono importanti per il loro effetto termico e quelli ultravioletti sono in particolare responsabili dei fenomeni fototropici e tendono a deprimere l'allungamento degli apici vegetativi.

Il pioppo è fototropico anche se in maniera diversa a seconda della specie o addirittura del clone. Ad esempio, sotto questo aspetto, il clone 'I-45/51' ed anche il BL Costanzo ed il PAN, sono scarsamente sensibili per cui si prestano, in particolare, per la costituzione di filari.

Per quanto riguarda l'accrescimento apicale è noto che nel Sud d'Italia il pioppo tende a formare una chioma a forma di globo mentre nell'Italia settentrionale manifesta una più netta tendenza a svettare. Questo diverso comportamento ha dei riflessi importanti

sulla potatura che diventa più difficile in Italia meridionale.

Per quanto riguarda il fototemperamento, cioè il temperamento nei riguardi della luce, il pioppo in genere è da considerarsi pianta eliofila o lucivaga. In pratica però risulta che i pioppi bianchi sopportano spazature più fitte dei pioppi neri; questi ultimi sono ritenuti più spiccatamente eliofili.

Dal punto di vista della durata e del ritmo annuale dell'illuminazione diurna, che varia a seconda della latitudine, il pioppo è da considerarsi pianta mediodiurna. Non vegeta regolarmente pertanto nei Paesi equatoriali o a bassa latitudine perché ivi si verrebbe a trovare sia in condizioni di giorno breve sia in regime stagionale termico inadeguato.

Nella Pianura padana è stato osservato che un supplemento di illuminazione - come capita ad esempio nelle vicinanze di lampioni - provoca un allungamento del periodo vegetativo (clone 'I-214') ed un certo gigantismo nello sviluppo. D'altra parte un accorciamento artificiale della durata del giorno determina per lo più un accorciamento degli internodi e del ciclo vegetativo in pioppi di P. deltoides di origine meridionale.

Temperatura

La temperatura è il fattore ecologico responsabile della distribuzione geografica delle specie vegetali. Così, ad esempio, nei climi continentali l'espansione di alcune specie è limitata dai freddi invernali e dai geli tardivi; nelle zone a clima oceanico e in quelle montane elevate il limite di diffusione di una specie è rappresentato dall'insufficienza di calore estivo.

La temperatura interviene anche modificando le epoche in cui si manifesta l'attività vegetativa. Ad esempio, l'apertura delle

gemme di pioppo (clone 'I-214') non avviene ad epoca fissa ma, a Casale Monferrato, può iniziare dal 20 di marzo ai primi di aprile cioè quando il regime termico raggiunge il livello ottimale per questo processo fisiologico e quando le condizioni di umidità dell'aria e del terreno sono favorevoli.

L'inizio della germogliazione e l'entrata in riposo vegetativo non avvengono contemporaneamente per tutti i tipi di pioppo ma nell'ambito di questo genere, ci sono specie e cloni che iniziano e terminano il ciclo vegetativo a livelli termici diversi.

Tanto per fare un esempio, rispetto agli euramericani più noti, i pioppi balsamiferi hanno una germogliazione molto più precoce mentre quelli della specie deltoides sono più tardivi.

Il ritmo dei processi vegetativi è legato alla costituzione genetica di una determinata specie per cui quando questa è costretta a vivere in condizioni climatiche diverse da quelle originali mantiene quasi sempre inalterato il proprio ritmo vegetativo. Questo fenomeno è molto importante e va tenuto presente quando si intenda introdurre dei cloni nuovi. La distonia tra ritmo genetico e andamento stagionale può portare a squilibri fisiologici gravi. Così, ad esempio, cloni di P. deltoides provenienti dalla parte meridionale degli Stati Uniti, a Casale presentano un ciclo vegetativo più lungo dei cloni locali per cui le gettate apicali non lignificano sufficientemente e vengono danneggiate dalle gelate autunnali precoci. Per gli stessi cloni, che iniziano a germogliare più tardivamente rispetto agli euramericani, i danni delle gelate tardive si manifestano soltanto a livello fogliare. Anche tra gli ibridi ottenuti incrociando i P. deltoides di provenienza meridionale con il P. nigra si possono avere dei cloni con una certa sensibilità alle gelate precoci autunnali.

Ovviamente i danni da freddo possono essere tanto più gravi quanto più bassa è la temperatura e quanto più lungo è il periodo di freddo, ma ancor più della intensità e della durata è importante l'epoca in cui il freddo si manifesta. Inoltre la resistenza al gelo

può essere identificata, a volte, con la resistenza alla siccità da gelo, connessa agli squilibri tra consumo e disponibilità di acqua durante il periodo più freddo. Pertanto ci vuole prudenza nell'attribuire alle basse temperature i danni che si manifestano sulla pianta a geli cessati, in quanto potrebbe trattarsi di siccità da gelo.

Le escursioni termiche fra giorno e notte sono responsabili delle manifestazioni sui tronchi di cretti da gelo che si verificano soprattutto nelle zone con ristagno di aria fredda. Tali lesioni longitudinali, che appaiono frequentemente ad altezze variabili da 1 a 4 m dal suolo, tendono a chiudersi quando la temperatura risale, ma l'unione delle zone cambiali non è mai perfetta per cui le ferite possono riaprirsi negli inverni successivi, allungandosi ulteriormente. Ad ogni modo il legno dei fusti con cretti perde tutti i suoi pregi tecnologici.

Il fenomeno non è ancora sufficientemente noto nei suoi vari aspetti ma è chiaro che a determinarlo vi concorrono numerosi fattori e che i cloni coltivati presentano una diversa sensibilità.

Anche le alte temperature possono provocare danni di un certo rilievo. Ad esempio, a Casale, su barbatelle del clone San Martino, nel mese di luglio, nelle ore più calde del giorno, è stato osservato un fenomeno di appassimento che si concludeva con la necrosi di parte dei tessuti fogliari nella zona apicale del fusto. La determinazione dell'umidità del terreno al momento in cui era in atto il fenomeno ha rilevato valori prossimi al punto di appassimento. D'altra parte è bastato intervenire con l'irrigazione per far cessare il fenomeno.

Va precisato che normalmente in situazioni di alta temperatura dell'aria e di scarse disponibilità idriche del terreno in molti altri cloni si osserva un processo di ingiallimento, a cominciare dalle foglie più vecchie, che termina con la loro caduta. Successivamente, in seguito a precipitazioni o ad interventi irrigui, le piante rimettendo le foglie riprendono a vegetare se la turbe fisiologica non è stata troppo grave.

E' probabile che alla plasmolisi del protoplasma i vari cloni presentino un diverso grado di sensibilità e l'eventuale scelta di cloni più resistenti potrebbe risultare molto utile ai fini della identificazione dei cloni più adatti agli ambienti meridionali dove la combinazione di alte temperature dell'aria e bassa umidità del terreno ha maggiore probabilità di verificarsi.

Acqua

L'acqua è indispensabile alla vita essendo il costituente fondamentale del protoplasma cellulare.

Agli effetti ecologici, mentre nei climi freddi il fattore limitante per determinate formazioni vegetali è la temperatura, nei climi caldi l'azione dell'umidità diventa preminente su quella del calore e influisce in maniera determinante sulla distribuzione della vegetazione. Infatti in zone con gli stessi parametri termici possiamo trovare diversi tipi di vegetazione a seconda delle disponibilità idriche.

Dal punto di vista ecologico assume importanza decisiva il bilancio idrico complessivo cioè il rapporto tra la quantità di acqua che la pianta assorbe attraverso l'apparato radicale e gli altri organi e quella che essa cede per traspirazione. In questo senso assumono un ruolo determinante i parametri igrometrici quali l'umidità relativa ed il deficit di saturazione che influiscono sui processi di evaporazione e di traspirazione.

La traspirazione è un fenomeno molto complesso essendo condizionato non soltanto dai fattori meteorologici, ivi compresa la temperatura, ma anche dalle condizioni fisiologiche e morfologiche della pianta.

In condizioni normali di vita delle piante il rapporto tra assorbimento idrico e traspirazione non scende per lunghi periodi di tempo sotto l'unità. Qualora ciò si verificasse si avrebbe l'appassi-

mento e la precipitazione irreversibile del protoplasma cellulare.

Sul piano pratico per le pioppelle il momento più critico si ha alla ripresa della vegetazione dopo il trapianto. Può infatti verificarsi, per vari motivi, che la traspirazione dell'apparato fogliare in via di formazione sia superiore alle possibilità di approvvigionamento idrico da parte delle radici non ancora sufficientemente sviluppate. Oltre che dallo stato igrometrico sfavorevole e dallo scarso sviluppo delle radici, il fenomeno è esaltato dalle scarse disponibilità di riserve idriche del fusto. Per una migliore idratazione del fusto e soprattutto per stimolare la formazione delle radici conviene in ogni caso immergere in acqua per una decina di giorni la parte di pioppelle che verrà interrata con la sua messa a dimora. Questo trattamento giova sicuramente ai fini di un più equilibrato sviluppo tra l'apparato radicale e quello fogliare e quindi migliora l'attecchimento.

L'umidità del terreno è direttamente influenzata dalle precipitazioni ma l'efficacia di queste ultime può essere, in misura anche notevole, determinata dall'umidità atmosferica.

Infatti l'efficacia delle precipitazioni è maggiore dove l'umidità dell'aria è più elevata mentre al contrario può essere molto modesta dove l'aria si mantiene asciutta per periodi molto lunghi.

Molto importante dal punto di vista ecologico è la distribuzione delle piogge durante il corso dell'anno, in particolare nei climi temperato-caldi e caldi. In tali climi un regime pluviometrico con massimo di piogge estive permette l'esistenza di formazioni mesofile o igrofile, mentre un regime pluviometrico con siccità estiva consente l'insediamento di formazioni di tipo xerofilo anche quando la quantità annua di precipitazioni raggiunge valori elevati.

E' chiaro che in condizioni di siccità estiva l'insediamento di specie igrofile come il pioppo è possibile soltanto nei terreni con

disponibilità idriche permanenti (falde) o con l'ausilio dell'irrigazione.

Circa l'irrigazione del pioppeto, senza entrare nel merito dei problemi idraulici, meccanici ed economici, ma limitandoci ai soli aspetti agronomici, possiamo dire che gli argomenti essenziali da esaminare sono i seguenti: l'idoneità dei terreni all'irrigazione, la stima del fabbisogno di acqua irrigua, la determinazione del momento di intervento e dei volumi di adacquamento, la scelta del metodo irriguo e la qualità delle acque.

Ai fini della valutazione della idoneità del terreno all'irrigazione le caratteristiche di maggior peso sono la tessitura, la struttura, la permeabilità ed il profilo. Sono caratteristiche senz'altro sfavorevoli la elevata o scarsa permeabilità, la debole capacità di ritenuta aggravata talvolta da insufficiente profondità del terreno. Ne sono esempi tipici i suoli ricchi di scheletro o con elevata percentuale di sabbia grossa privi di falda accessibile alle radici, per i quali difficilmente il giudizio di idoneità può risultare positivo.

Il fabbisogno di acqua irrigua può essere stabilito con sufficiente approssimazione attraverso l'impostazione di un bilancio idrico, che presuppone la conoscenza dei quantitativi di acqua corrispondenti alla evaporazione del terreno, alla traspirazione, agli apporti naturali e alle perdite di varia natura, o attraverso la sperimentazione parcellare che tende essenzialmente alla determinazione della curva "rese/volumi stagionali di acqua irrigua". Il consumo idrico può essere calcolato moltiplicando il coefficiente di evapotraspirazione per la presumibile resa annua della coltura.

Secondo ricerche effettuate in vivaio a Casale Monferrato, il pioppo (clone 'I-214') per produrre 1 Kg di sostanza secca richiede circa 350 Kg di acqua. Estrapolando questi dati al pioppeto e assumendo una produzione media di $30 \text{ m}^3/\text{ha}/\text{anno}$, pari a 100 q di sostanza secca (densità basale $3,35 \text{ q}/\text{m}^3$), le esigenze idriche del pioppo risulterebbero di $3.500 \text{ m}^3/\text{ha}/\text{anno}$.

Se si ritengono questi valori accettabili anche per il Meridione, dove le precipitazioni nel periodo vegetativo variano da 150 a 200 mm, risulterebbero necessari apporti idrici tramite l'irrigazione pari a 1.500-2.000 m³/ha/anno. Prudenzialmente, ed in attesa di dati ricavati da esperienze condotte direttamente in Meridione, i quantitativi sopraindicati potrebbero essere, a nostro avviso, applicati ai pioppeti giovani (da 1 a 3 anni) riservando a quelli più adulti volumi variabili da 2.000 a 3.000 m³/ha/anno.

Per stabilire il momento di intervento irriguo si possono seguire diversi criteri basati sull'esame della pianta (misura dell'apertura stomatica), sull'esame del terreno (misura del coefficiente di appassimento, della capacità idrica di campo, della riserva idrica facilmente utilizzabile), sulla valutazione della evapotraspirazione oppure adottare metodi empirici basati su osservazioni sommarie, effettuate senza ausilio di strumenti, a livello del terreno, della pianta e dell'andamento stagionale.

In ogni caso è molto importante assicurare, nel periodo estivo, il mantenimento delle disponibilità idriche ad un livello sufficiente per garantire l'alimentazione in acqua della pianta, per evitare rallentamenti nel ritmo di crescita o stasi per siccità proprio nel periodo in cui, per le favorevoli condizioni di temperatura, la vegetazione può essere molto rigogliosa.

Tra i metodi più indicati si ricordano quello a scorrimento e quello a pioggia sottochioma. L'irrigazione a goccia, metodo alquanto promettente per il Sud, per ora è ancora in fase sperimentale.

Con il metodo a pioggia i quantitativi stagionali (da giugno ad agosto) di acqua possono variare, come si è già accennato, da 1.500 a 2.000 m³/ha per pioppeti da 1 a 3 anni e da 2.000 a 3.000 m³/ha per quelli da 4 a 7 anni, ripartiti in 3 o 4 interventi nel periodo siccitoso.

Con il metodo a scorrimento ovviamente i quantitativi possono aumentare mentre con quello a goccia diminuire.

Un altro metodo è quello di regolazione di falda, diffuso in terreni sabbiosi nella zona del delta del Po, zona tipica dei piantamenti profondi. Non sono molte però le aree pioppicole che si prestano ad essere irrigate con questo metodo perché le falde nel periodo estivo scendono a profondità notevoli (ad esempio da m 2-3 del periodo primaverile a m 5-6 di quello estivo in certe aree della Pianura padana) per cui per mantenere, ove fosse possibile, la superficie freatica a livelli accessibili alle radici, occorrerebbero volumi di acqua enormi.

Soltanto nelle zone a risicoltura ed anche in quelle a maiscoltura estesa su ampie superfici l'irrigazione a queste colture con elevati volumi idrici provoca un notevole innalzamento della falda di cui il pioppo può giovare.

L'efficacia dell'acqua, peraltro, è molto maggiore quando viene somministrata dalla superficie.

FATTORI EDAFICI

La scelta del terreno per la coltivazione del pioppo va fatta esaminando i principali fattori pedologici che influiscono sull'accrescimento, individuabili:

- nelle condizioni fisiche
- nella disponibilità idrica durante la stagione vegetativa
- nella disponibilità di elementi nutritivi
- nello stato di aerazione.

Se si considera che ciascuno di questi fattori principali comprende diverse proprietà del terreno, interagenti entro limiti piuttosto ampi, ci si rende conto che non è molto facile valutarne quantitativamente il ruolo sulla crescita. Si tenta, comunque, di dare un'idea d'insieme approssimativa dell'importanza del terreno attraverso una breve descrizione delle sue proprietà fondamentali.

La profondità del terreno

Si può intendere per profondità del terreno lo spessore del profilo effettivamente esplorato dal sistema radicale. La profondità condiziona quindi la disponibilità di spazio per lo sviluppo delle radici, la quantità di acqua e di elementi nutritivi assimilabili e la possibilità di offrire supporto per il sostegno degli alberi. Essa può variare molto secondo lo stato di alterazione della "roccia" o la presenza di orizzonti compatti, di strati di ghiaia, di falde acquifere, di gleys e di pseudogleys ridotti che limitano lo sviluppo delle radici. Per i pioppi coltivati la profondità non dovrebbe essere inferiore a 70 cm.

Tessitura

I costituenti in base alle dimensioni vengono classificati in scheletro e terra fine. Lo scheletro (ciottoli e ghiaie) abbonda frequentemente in terreni di origine alluvionale e morenica nei quali può costituire degli strati di vario spessore o può essere ripartito in tutto il profilo. Non si possono dare delle indicazioni precise sulle percentuali (in volume) massime compatibili con lo sviluppo del pioppo perché l'effetto dello scheletro varia a seconda del tipo di terreno al quale è incorporato. Così un terreno con un certo contenuto in argilla, che conferisce al suolo un minimo di capacità idrica e di scambio, può ospitare il pioppo con esito migliore di un altro terreno con la stessa quantità di scheletro ma più sabbioso. La nozione di tessitura concerne la terra fine e dà la ripartizione ponderale dei costituenti classificati in base alle dimensioni: sabbia (grossa e fine), limo e argilla (granulometria). La tessitura condiziona le riserve idriche del suolo. Le classi granulometriche più adatte per il pioppo sono quella sabbio-limosa, la sabbio-argillosa e anche la sabbiosa. Meno indicate sono la tessitura argillosa, quella limoso-argillosa e piuttosto carente risulta anche la sabbia grossa. La tessitura non interviene direttamente sulla crescita delle piante ma attraverso tutta una serie di proprietà fisiche del suolo che da

essa derivano tra cui in particolare la struttura. La struttura indica il modo secondo cui sono associati i costituenti elementari del terreno e gli effetti dell'associazione si manifestano attraverso la porosità e la coesione. Quest'ultima varia in funzione diretta della porosità e dipende dalla frequenza e dalla resistenza dei legami stabilitisi tra le particelle elementari ed il concetto di sofficietà ne è l'espressione pratica. In un terreno soffice i legami tra gli aggregati sono inesistenti per cui i costituenti si separano facilmente gli uni dagli altri. La porosità indica la frazione dell'unità di volume del suolo in posto che non è occupata da materia solida ed è alla base degli scambi tra aria, acqua e fase solida. L'aerazione dipende dalla macroporosità, l'accumulo d'acqua dalla microporosità. Il criterio per distinguere i macropori dai micropori è fornito dalla capacità idrica di campo.

Costanti idriche del terreno

Per capacità idrica di campo si intende la quantità di acqua che il suolo è in grado di ritenere nella misura massima contro la forza di gravità e viene indicata come acqua di saturazione capillare. Si ritiene in generale che alla capacità di campo corrisponda l'ottimo di umidità del terreno in quanto si verificano le condizioni migliori per l'assorbimento (microporosità) e per l'aerazione (intorno al 50% della porosità totale). Il valore della capacità di campo varia sensibilmente con la natura del terreno passando da circa il 15% del peso secco dei terreni sabbiosi ad oltre il 40% nei terreni argillosi. Non tutta quest'acqua è disponibile per l'alimentazione delle piante ma soltanto quella che risulta dalla differenza tra il valore che esprime la capacità di campo e quello che indica il coefficiente di appassimento permanente. Il punto di avvizzimento si raggiunge quando la forza succhiante della pianta non riesce più a vincere la tensione dell'acqua nel terreno. Esso può essere considerato una caratteristica del tipo di suolo e varia dal 3 al 5% circa per il terreno sabbioso al 35% per quello argilloso a struttura.

Esperienze condotte a Casale Monferrato nel vivaio di pioppo hanno dimostrato che un terreno sabbioso presenta condizioni di umidità ottimali per l'accrescimento quando il suo contenuto in acqua si mantiene su valori anche non molto elevati e quindi abbastanza lontani dalla capacità di campo, purché nettamente superiori al punto di appassimento.

Falda freatica

Tra le caratteristiche del terreno che maggiormente influiscono sul suo contenuto in umidità sono da ricordare, oltre alla tessitura e alla profondità del terreno, la posizione topografica e la profondità della falda freatica. Esse esercitano la loro azione non solo sul quantitativo di acqua del suolo, ma anche sullo sviluppo delle radici e sulla loro capacità di assorbimento idrico. Più precisamente la formazione e lo sviluppo delle radici variano in funzione delle caratteristiche degli strati del profilo. La pianta è stimolata a produrre radici lungo tutto il profilo se il terreno è uniformemente ben strutturato e presenta una buona circolazione per l'aria e per l'acqua, mentre essa è indotta a disporre a palchi concentrandole negli orizzonti più favorevoli quando esiste una successione di strati con caratteristiche diverse. Al contrario non sviluppa abbondanti radici negli strati con terreno eccessivamente permeabile, con scarsa capacità idrica e quindi soggetti a lunghi periodi di siccità, come non ne forma assolutamente al di sotto della superficie freatica. In presenza di una falda idrica, ad esempio a 30-50 cm dal suolo, il pioppo, sviluppando il suo apparato radicale nello strato di terreno al di sopra della superficie freatica, non trova sufficienti possibilità di ancoraggio e rimane soggetto agli schianti. L'altezza della superficie freatica e la persistenza del suo livello a profondità accessibili alle radici assumono grande importanza nella primavera per l'attecchimento e durante l'estate per l'accrescimento del pioppo. Occorre inoltre tener conto della rapidità con la quale la superficie freatica è capace di subire cambiamenti di livello in occasione di abbon-

danti piogge o di prolungate siccità. Normalmente nei terreni lungo il Po, dove le falde sono influenzate dal regime idrico del fiume, durante l'estate la superficie freatica scende a livelli inaccessibili alle radici (a 4-5 m ed oltre) anche per le piante messe a dimora alla profondità di 3 m. Certamente l'apporto di acqua è tanto più elevato quanto più il livello è vicino alla superficie e quanto maggiore è la capacità di risalita capillare ma ai fini del rifornimento idrico dalla falda vengono considerate ottimali per il pioppo profondità di 100-150 cm, tenuto conto del poderoso sviluppo del suo apparato radicale e delle esigenze di ancoraggio nonché della natura del terreno.

La presenza di strati con una eccessiva quantità di scheletro o di sabbia grossa impedisce l'ascesa capillare dell'acqua profonda per cui in simili condizioni la pioppicoltura sarebbe possibile solo con il ricorso a frequenti ed abbondanti irrigazioni che rendono però più onerosa o addirittura antieconomica la coltivazione.

Sostanza organica

La sostanza organica esplica un'azione diversa a seconda del suo stato di evoluzione. Complessivamente migliora le proprietà fisiche del suolo, favorendo la formazione di aggregati e la loro stabilità, stimola l'accrescimento radicale e l'assorbimento di elementi nutritivi, agisce sulla microflora e sulla microfauna e aumenta la capacità di scambio in relazione alla natura colloidale dell'humus. La decomposizione della sostanza organica è in relazione con lo stato di aerazione che si esprime attraverso la facilità con la quale l'acqua può circolare e distribuirsi nella massa del suolo.

Reazione in pH

Nella Pianura padana il pH dei terreni adatti ai pioppi coltivati varia da 6 a 7,8. La reazione acida determina l'arresto di alcuni fenomeni che dipendono dall'attività di microrganismi del suolo, ostacola

lo stato di aggregazione micellare, solubilizza l'Al, il Fe, il Mn, il Cu ed altri microelementi fino a creare fenomeni di tossicità. Si ritiene che le calcitazioni risultino efficaci quando il pH, determinato in acqua, è inferiore a 5,5. La reazione alcalina impedisce la flocculazione dei colloidi ed ostacola l'assimilazione del fosforo e del ferro provocando la manifestazione di fenomeni di clorosi.

Con l'assorbimento e l'asportazione delle basi la reazione del terreno evolve verso l'acidificazione. La stessa tendenza si verifica con la concimazione a base di cloruri e di solfati. Al contrario i nitrati e la calciocianamide tendono ad alcalinizzare. L'impiego dei cloruri è però sconsigliato in pioppicoltura poiché possono agire in maniera depressiva sull'accrescimento delle piante giovani.

Disponibilità di elementi nutritivi

La disponibilità di elementi nutritivi dipende, oltre che dalla natura geologica del substrato, dalla profondità dello strato esplorato dalle radici, dalla storia colturale del terreno, dal tenore in sostanza organica, dalla capacità di scambio, dal pH, dal contenuto in calcare attivo, ecc.

Rispetto alle piante forestali le esigenze in elementi nutritivi dei pioppi coltivati risultano piuttosto elevate. È stato dimostrato che un pioppeto del clone 'I-214' in un turno di 10-13 anni con una produzione in sostanza secca di q/ha 900 di fusti e rami (corteccia compresa), q/ha 124 di ceppaie e radici e q/ha 215 di foglie, assorbe dal terreno Kg/ha 557 di azoto, 172 di anidride fosforica, 625 di ossido di potassio e 1.650 di ossido di calcio ed asporta, ammettendo che tutte le foglie e le radici ritornino al suolo, rispettivamente Kg/ha 163, 75, 239 e 580. Sulla base di questi dati appare logico pensare che, almeno in terreni poveri e sciolti, dove le perdite per dilavamento possono essere cospicue o, comunque, dove non si verificano frequenti inondazioni ristoratrici, possono manifestarsi fenomeni di impoverimenti del suolo che rendono necessario intervenire con opportune fertilizzazioni per assicurare buone produzioni.

Da quanto sopra esposto risulta evidente che i terreni idonei al pioppo sono quelli profondi, fertili, con adatta reazione e adeguata disponibilità idrica, dove in pratica non si pongono problemi di particolare rilievo. Serie difficoltà si incontrano invece quando si intenda estendere la pioppicoltura in altri tipi di terreno dove esistono dei fattori limitanti quali ad esempio l'eccesso di acqua, l'eccesso di calcare e quello di sali.

Eccesso d'acqua

Particolari difficoltà a svilupparsi incontrano i pioppi nei terreni idromorfi. L'idromorfismo o, in altre parole, l'eccesso di acqua può influenzare le caratteristiche dei terreni che evolvono da qualsiasi substrato anche se in pratica si verifica più frequentemente nei limi, nelle argille e nelle sabbie che nei calcarei. Le caratteristiche dei terreni idromorfi appaiono diverse a seconda della natura del substrato dal quale si sviluppano. Dal punto di vista pratico possiamo considerare due casi principali:

- quello in cui il materiale che subisce l'eccesso di acqua contiene ferro
- quello in cui il materiale che subisce l'eccesso di acqua è organico.

In condizioni di asfissia il ferro, allo stato ridotto, assume un colore verdastro o, se meno abbondante, grigiastro. Negli orizzonti soggetti a disseccamento stagionale sia per siccità estiva, sia per assorbimento radicale, le caratteristiche di asfissia del suolo spariscono, almeno localmente, il ferro si ossida e si insolubilizza formando delle chiazze color ruggine. L'orizzonte prende allora un aspetto particolare ed il terreno è detto pseudogley.

Per l'impianto di pioppeti in questi terreni occorre fare degli interventi di miglioramento del mezzo che devono tendere a facilitare lo sviluppo radicale in profondità sia abbassando il livello della falda, con opere di drenaggio, sia aumentando lo spessore del terreno al di sopra del livello della superficie idrica. Quest'ultimo risultato può

essere conseguito attraverso la sistemazione del terreno a porche e attraverso la mazzuolatura, cioè creando delle unità colturali sulla cui parte centrale possono essere coltivati i pioppi con esito soddisfacente. In ogni caso occorre usare l'attenzione di non esagerare per non creare condizioni di siccità estiva di un certo rilievo.

Negli orizzonti dove l'acqua dimora in permanenza il mezzo conserva lo stato di asfissia ed il ferro, sempre allo stato ridotto, conferisce agli stessi una tinta da verdastra a grigistra, caratteristica della facies a gley.

Il problema determinato dalla presenza di una falda permanente a debole profondità, che impedisce lo sviluppo radicale, va risolto con interventi volti, anche in questo caso, sia ad abbassare il livello della falda sia ad aumentare il volume del terreno al di sopra della superficie freatica.

I terreni torbosi presentano caratteristiche particolari per cui risultano polverosi ed impermeabili allo stato secco, melmosi allo stato bagnato e con scarsa disponibilità di acqua assimilabile malgrado la loro elevata capacità di trattenuta idrica. Pertanto lo scolo razionale delle acque in eccesso costituisce il principale

problema agronomico che deve essere risolto progressivamente cercando di favorire la decomposizione della sostanza organica, impedita appunto dall'eccesso di acqua, ma evitando l'eccessivo prosciugamento del terreno durante il periodo estivo.

La vocazione pioppicola di questi terreni è in funzione della reale possibilità di creare un sufficiente franco di coltivazione nel periodo estivo e della loro reazione. Utili potranno risultare le calcitazioni in caso di pH acido e le concimazioni potassiche e soprattutto fosfatiche per stimolare lo sviluppo radicale.

Eccesso di calcare

I terreni che si sviluppano su roccia calcarea in genere sono poco profondi e la presenza di carbonato e dell'acqua di percolazione carica di bicarbonato conferiscono al suolo un pH elevato che assume una particolare importanza in presenza di calcare attivo. Quando la percentuale di quest'ultimo si aggira intorno all'8 - 10 %, o anche meno nei terreni sabbiosi, si possono avere diverse conseguenze negative tra cui ci si limita a ricordare le difficoltà di alimentazione minerale legate alla insolubilizzazione di diversi elementi (ferro, fosforo, rame, manganese) con gravi turbe fisiologiche a livello della pianta (clorosi).

I trattamenti al terreno con solfato ferroso o con chelati di ferro danno risultati assai modesti ed il problema della clorosi del pioppo non può essere risolto nemmeno con interventi diretti sulle foglie delle piante sofferenti con soluzioni degli stessi prodotti.

Rimane la via del miglioramento genetico che, pur richiedendo tempi lunghi, è l'unica che può essere perseguita con speranza di esito positivo.

Piantagioni sperimentali policlonali intese alla identificazione di cloni adatti sono in corso in diverse zone del mantovano, del Friuli e nelle colline del Monferrato dove i terreni molto calcarei o, comunque, con strati induriti dall'accumolazione del carbonato, che tra l'altro ostacola l'approfondimento delle radici, sono piuttosto frequenti.

Eccesso di sali

Lungo i litorali adriatico e tirrenico e nella bassa Valle padana, sotto l'influenza dell'acqua del mare si sono formati dei terreni salati. I sali sono rappresentati in prevalenza da cloruro di sodio ma sono presenti anche cloruri e solfati di magnesio e di potassio.

La facilità di lavamento dei sali è subordinata alla tessitura del terreno e alla distribuzione delle piogge nel corso dell'anno. In terreni sabbiosi e dove le precipitazioni estive possono ridurre al minimo l'effetto dell'evaporazione, il dissalamento è abbastanza rapido. Viceversa nei terreni argillosi e dove le piogge nel periodo di massima evaporazione sono piuttosto scarse il dilavamento dei sali è alquanto più difficile.

In ogni caso prima di insediare un eventuale pioppeto bisogna intervenire sia mediante opportune canalizzazioni di scolo per facilitare la penetrazione delle acque meteoriche sia con irrigazioni di dilavamento.

I pioppi più resistenti alla salinità sono quelli bianchi ma per quanto riguarda i cloni di questo gruppo selezionati in Italia non esistono dati sperimentali circa la concentrazione salina che essi possono tollerare. Per gli euramericani si ritiene che possano sopportare valori intorno all' 1‰ di cloruro di sodio nel terreno.

Per quanto riguarda la salinità dell'acqua in una piantagione effettuata a Codigoro su terreno sabbioso, molto permeabile, si è potuto constatare che il clone I-214 può essere irrigato, almeno per una volta nella stagione vegetativa, con acqua contenente fino al 3‰ di cloruro di sodio.

Ricerche sono in corso per la identificazione, anche tra gli euramericani, di cloni adatti a sopportare una certa salinità nel terreno.

ACCRESIMENTO E PRODUZIONE

Il pioppo è conosciuto come specie a rapido accrescimento e tra i fattori che ne influenzano il ritmo di crescita ricordiamo brevemente i seguenti:

-genetici: clone

-ecologici: clima e terreno

-colturali: influenza biologica ed ecologica a livello:

- a) della pianta (materiale d'impianto, messa e dimora, potatura);
- b) del terreno (lavorazioni, consociazioni, irrigazione, concimazione, diserbo);
- c) dell'appezzamento (sesto e densità d'impianto).

Senza pretendere di quantificarne il ruolo si può dire semplicemente che la produzione è la risultante dell'azione esercitata sulla crescita della pianta dai singoli fattori e dalle loro interazioni. Ma se è difficile esprimere quale sia la percentuale di accrescimento attribuibile a ciascun fattore, è estremamente facile constatare che la produzione è molto variabile da un clone all'altro, da un ambiente all'altro e con le tecniche colturali applicate. L'esperienza dimostra, ad esempio, che con appropriate irrigazioni, si possono ottenere dal pioppo buone rese su terreni di varia tessitura mentre con uguale concimazione la risposta può variare a seconda del clone e del terreno.

Per avere un'idea dell'influenza del terreno sulla produzione si riportano i dati relativi a diversi pioppeti mono e policlonali rilevati in numerose stazioni della Valle Padana. Un esempio molto significativo può essere quello di un pioppeto del clone 'I-214' con spaziatura di m 6 x 5, allevato a Pomposa (FE) su una superficie di 15 ha costituita da vari appezzamenti di terreno sabbioso con un gradiente di fertilità nel senso del lato più lungo.

All'età di 11 anni l'incremento medio annuo della massa legnosa, rappresentata da fusti e rami svettati a 10 cm di diametro, è risultata crescente da 13,3 m³/ha nella zona più povera a 27,7 m³/ha in quella più fertile.

Tutto il pioppeto è sempre stato trattato uniformemente per quanto riguarda le cure colturali e la concimazione. L'irrigazione veniva fatta col metodo per regolazione di falda riuscendo a stabilizzarne il livello approssimativamente a m 0,80-1 dalla superficie nella parte di massimo accrescimento a m 1,50-1,70 in quella di minimo.

Poichè le analisi di laboratorio non hanno evidenziato differenze chimiche e granulometriche apprezzabili si è indotti a pensare che il gradiente di fertilità sia correlabile alla profondità della falda e quindi alle reali disponibilità idriche accessibili alle radici.

Sempre nella zona di Codigoro, in un pioppeto sperimentale policlonale ('I-214', BL Cost., San Martino e 'I-58/57 = P.alba), costituito con spaziatura di m 7 x 4 su sabbia con falda regolabile ad una profondità variabile da m 2 a m 2,5 durante il periodo estivo, in 11 anni si sono avuti i seguenti incrementi medi annui di massa legnosa (fusti e rami svettati a cm 10 di diametro):

'I-214' : 16,3 m³/ha

BL Cost. : 19,2 m³/ha

San Martino : 16,5 m³/ha

'I-58/57(P.alba) : 14,5 m³/ha

A Volania, in comune di Lagosanto (FE), in un pioppeto sperimentale policlonale ('I-214', 'I-45/51', I-CB 2, 'I-58/57' = P.alba), con spaziatura di m 6 x 5, su terreno sabbioso con falda regolabile intorno a m 1,20-1,50, con turno di 10 anni, sono stati registrati i seguenti incrementi medi annui (fusti e rami svettati a 10 cm di ϕ):

'I-214'	:	24,4 m ³ /ha
'I-45/51'	:	26,0 m ³ /ha
Boccalari	:	22,4 m ³ /ha
'I-58/57'	:	19,6 m ³ /ha

A Pieve del Cairo (PV) in un pioppeto costituito con i cloni 'I-214' e LUX, con spaziatura di m 6 x 5, su terreno sabbioso con falda e profondità inaccessibile alle radici nel periodo estivo (oltre m 4), irrigato con qualche intervento di soccorso nei primi anni, alla fine del turno di 11 anni è stato registrato un incremento medio annuo di 12,4 m³/ha per il clone 'I-214' e di 12,6 m³/ha per il clone LUX.

Con gli stessi cloni a Casale Monferrato dove la spaziatura era di m 4 x 4, il terreno sabbioso con falda a profondità variabile intorno a m 3 nel periodo estivo, senza interventi irrigui, con un turno di 10 anni, l'incremento medio annuo del clone 'I-214' è stato di m³/ha 24,1 e quello del clone LUX di 23,9 m³/ha.

A Torricella del Pizzo (CR), in un pioppeto sperimentale in cui tra gli altri figuravano i cloni 'I-214', BL Cost., Gattoni, Bocc.2 e LUX, su terreno sabbio-limoso fertile, profondo, irriguo, con spaziatura di m 6 x 6 e con turno di 10 anni sono stati registrati i seguenti incrementi medi annui:

'I-214'	:	33,2 m ³ /ha
BL Cost.	:	31,5 m ³ /ha
Gattoni	:	27,0 m ³ /ha
Bocc.	:	26,3 m ³ /ha
LUX	:	28,3 m ³ /ha

In un altro appezzamento della stessa azienda di Torricella del Pizzo, su terreno molto fertile, concimato ed irrigato adeguatamente, un pioppeto di 'I-214' con la stessa spaziatura e col medesimo turno ha fornito un incremento medio annuo di 35 m³/ha.

Ancora a Torricella del Pizzo, in terreno analogo a quelli precedenti, un pioppeto sperimentale costituito con pioppelle di un anno di vivaio dei cloni Onda, Harvard e San Martino, con spaziatura

di m 6,50 x 5,63, al 10° anno dalla messa a dimora ha fatto registrare i seguenti incrementi medi annui:

Onda	:	21,4	m ³ /ha
Harvard	:	23,8	m ³ /ha
San Martino	:	18,0	m ³ /ha

Va detto però che le piante di tali cloni, in particolare quelle del San Martino, sono state gravemente danneggiate dalla virosi.

A Torremenapace (PV) in un pioppeto del clone 'I-214' allevato con spaziatura di m 5 x 5 su terreno argilloso ma senza ristagno idrico prolungato in superficie, al 10° anno è stato rilevato un incremento medio annuo di 23,7 m³/ha

A Castellazzo Bormida, in terreno sabbio-limoso, profondo e fertile, irrigato e concimato adeguatamente, un pioppeto con spaziatura di m 5,40 x 5,40 all'8° anno dalla messa a dimora ha fatto registrare incrementi medi annui di 27,6 m³/ha per il clone 'I-214' e di 26,3 m³/ha per il BL Costanzo (Il pioppeto si trova nell'azienda Costanzo).

Nello stesso Paese in un altro pioppeto del clone 'I-214' con spaziatura di m 6 x 5 si è rilevato un incremento medio annuo di 35 m³/ha.

Ad Alagna Lomellina in piantagioni, condotte dal Comm. Ferrari, del clone PAN in terreni sabbiosi ma abbondantemente concimati ed irrigati, con spaziature di m 6 x 4, a fine turno sono stati rilevati incrementi medi variabili da 25 a 35 m³/ha/anno. Il confronto con il clone 'I-214' non è possibile in nessuno dei pioppeti esaminati ad Alagna Lomellina.

Per quanto riguarda i cloni euramericani di più ampia diffusione quali lo 'I-214', il BL Costanzo, il Bocculari ed il Gattoni si può dire che i più produttivi del gruppo sono senz'altro i primi due. A prima vista lo 'I-214' sembrerebbe nettamente il più produttivo (dal 5 all'8%) ma bisogna considerare che il minor volume del BL è compensato da un maggior peso specifico del legno (dal 5 al 10%) per cui se si valuta la capacità produttiva su base ponderale i due cloni si equi-

valgono. Si deve inoltre aggiungere che il BL non ha minori capacità di adattamento dello 'I-214' e nemmeno minore resistenza alla Marssonina.

Dal punto di vista produttivo si staccano invece nettamente dallo 'I-214' il Boccalari, il Gattoni ed il Branagesi per i quali il maggior peso specifico compensa solo in parte la minor produzione (dal 10 al 20%).

Per i cloni di P.deltoides la produzione è piuttosto aleatoria e dei 3 registrati il LUX è forse l'unico che in condizioni favorevoli può accostarsi allo 'I-214'.

Lo 'I-58/57', l'unico clone di P.alba sperimentato, ha dimostrato buone capacità produttive riuscendo a dare, nelle sabbie del Delta Padano, masse legnose dell'ordine dell'80-90% rispetto allo 'I-214'. Ciò non è poco se si considera che all'pioppo bianco sono stati imposti le stesse spaziature e gli stessi turni degli euramericani. Si ritiene che con spaziature più fitte e turni più lunghi gli incrementi medi dell'alba possono aumentare considerevolmente.

Dati molto interessanti sono stati fino ad ora raccolti in due pioppeti sperimentali costituiti con spaziature medie in due ambienti completamente diversi in particolare per le caratteristiche pedologiche (un terreno costituito da sabbia a Cernago (PV) ed uno argilloso ma relativamente abbastanza ben drenato a Cona (FE) dove sono stati messi a confronto cinque dei cloni più noti ('I-214', BL Cost., PAN, Cappa Bigliona, Branagesi) con quattro di recente registrazione (Luisa Avanzo, Cima, Guardi, Carpaccio).

I pioppeti, costituiti con pioppelle di due anni allevate in un unico vivaio a Casale Monferrato presso l'Azienda Mezzi, vengono condotti adottando le usuali tecniche colturali. Date però le diverse caratteristiche del terreno il pioppeto di Cona non viene irrigato mentre quello di Cernago viene bagnato regolarmente a scorrimento. Alla fine del 4° anno dalla messa a dimora l'accrescimento, espresso in

in area basimetrica media per pianta, è risultato il seguente:

Clone	Cernago cm ²	Cona cm ²
'I-214'	210	149
BL Cost.	237	189
PAN	217	170
Cappa Bigliona	230	151
Branagesi	184	144
Cima	254	252
Luisa Avanzo	270	250
Guardi	252	201
Carpaccio	198	-

I cloni Luisa Avanzo e Cima, oltre ad essere in testa alla graduatoria di entrambi i pioppeti non manifestano nette differenze di accrescimento tra una località e l'altra dimostrando così una sorprendente capacità di adattamento. Motevole appare anche l'accrescimento del Guardi che risulta inferiore soltanto ai primi due, con una certa differenza però tra le due località.

Per i cloni Luisa Avanzo e Cima in altre piantagioni sperimentali, già all'ottavo anno dalla messa a dimora, costituite dall'ISP essenzialmente per condurre osservazioni fitopatologiche, viene confermata la loro superiorità rispetto ai cloni di grande coltura quali lo 'I-214' ed il BL Costanzo, sia nell'accrescimento sia nell'adattamento a situazioni ecologiche molto diverse ed in particolare ai terreni idromorfi (pseudogley).

A conclusioni analoghe portano anche i risultati conseguiti in pioppeti sperimentali costituiti dal CSAF nell'azienda centrale.

CONSIDERAZIONI CONCLUSIVE

I pioppi spontanei pur non essendo molto importanti per la loro diretta coltivazione, ciascuno nel proprio areale, possono essere di notevole interesse come fonte di geni da utilizzare nel lavoro di ibridazione e di miglioramento volto ad ottenere cloni adatti ad ambienti diversi da quelli tradizionali alla pioppicoltura soprattutto con riferimento alle condizioni edafiche. Infatti le esigenze climatiche dei cloni coltivati non escludono la possibilità di una loro estensione, ad esempio, alle aree del piano basale dell'Italia centro-meridionale, ma sono le loro caratteristiche fisiologiche e le loro esigenze edafiche, con particolare riguardo a quelle idriche, che ne limitano fortemente l'espansione. FENAROLI scrive (1952) che "i pioppi non sono delle igrofite e neppure delle xerofite, anche se occasionalmente possono sopportare bene delle prolungate sommersioni o vegetare a regime ridotto in ambienti siccitosi".

Nei climi secchi la siccità estiva limita le possibilità di coltivazione ai soli terreni irrigati e a quelli con falda accessibile alle radici durante la stagione vegetativa. Ciò impone una oculata scelta della stazione d'impianto non solo sulla base di considerazioni ecologiche ma anche di ordine economico.

Gli incrementi medi più alti si registrano nei terreni profondi, fertili, concimati ed irrigati. E' noto che la produzione è subordinata alla combinazione ottimale dei fattori produttivi. I costi di produzione tendono ad aumentare col diminuire della fertilità naturale della stazione mentre le rese ne sono proporzionali. Di qui la necessità di sfruttare tutte le potenzialità del fattore genetico cercando di creare dei cloni con spiccate caratteristiche di rusticità e di frugalità, tanto per gli ambienti con difetto che per quelli con eccesso di acqua. Un notevole progresso in questo senso è stato conseguito con la selezione dei cloni Luisa Avanzo, Cima ed altri che

stanno dimostrando di avere notevoli capacità produttive e di adattamento in particolare ai terreni con manifestazioni di idromorfismo e con quella dei cloni Carpaccio e Jean Pourtet che si prestano per terreni relativamente scadenti ed asciutti. Ciò consentirà di allargare l'area a 'vocazione' pioppicola in zone nuove, oltre che aumentare le rese in quelle tradizionali.

La conoscenza delle caratteristiche dei cloni costituisce un elemento fondamentale per la loro scelta ma bisogna anche chiedersi se le condizioni ambientali in cui si deve operare, i mezzi colturali disponibili e la preparazione dei pioppicoltori sono tali da consentire una produzione di alta qualità. Se il clima ed il terreno sono idonei e se esistono le premesse per l'applicazione razionale di una tecnica colturale perfezionata, si potrà puntare sulla produzione degli assortimenti più pregiati, in caso contrario converrà scegliere cloni più rustici e meno esigenti cercando di contenere i costi riducendo al minimo indispensabile le operazioni colturali. In questo caso il ruolo del fattore genetico diventa di primo piano.

BIBLIOGRAFIA

- ALLEGRI E., 1967 - Pioppi e pioppicoltura nel Vicino Oriente. Pubblicazioni della Stazione Sperimentale di Selvicoltura di Firenze. N. 14, Firenze.
- Autori vari, 1979 - Poplar and willows in wood production and hand use. FAO Forest Series n. 10, Roma.
- AVANZO E., 1970 - Accrescimento in altezza del Populus deltoides Marsh. in vivaio, in funzione della latitudine. Cellulosa e Carta (3) : 36-8.
- AVANZO E., 1962 - Analisi auxometrica di un impianto di Populus tremula L. in Abruzzo. Pubblicazioni del Centro di Sperimentazione Agricola e Forestale. Vol. V, 263-271.
- CELLERINO G.P., 1975 - Effects of low temperatures on 52 families of Populus deltoides Bartr. in Northern Italy. CIP, 15a Sessione Roma.
- FENAROLI L., 1952 - Note su l'ecologia e la distribuzione dei pioppi in Italia. Annali della sperimentazione agraria. Nuova serie, Vol. VI, 1-XXXVI.
- FIORI A., 1933 - Notizie botaniche sui pioppi e sui salici. L'Alpe, XX, 5-6, 161-173.
- FRISON G., 1969 - Asportazioni minerali nel pioppeto. Cellulosa e Carta, XX, 6, 5-12.
- FRISON G., 1972 - Influenza della profondità di impianto sull'attecchimento e lo sviluppo delle pioppelle. Cellulosa e Carta, XXIII, 3, 31-40.
- FRISON G., 1972 - Crisi di trapianto e variazione nel contenuto idrico delle pioppelle. Cellulosa e Carta, XXIII, 9, 21-43.
- FRISON G., 1973 - Influenza dell'impianto profondo sull'attecchimento e lo sviluppo delle pioppelle in diversi ambienti pedoclimatici. Cellulosa e Carta, XXIV, 1, 3-18.
- FRISON G., 1980 - In "Pioppicoltura": 1) la coltivazione nel vivaio; 2) la tecnica colturale. L'Italia Agricola. Anno 117, n. 1, 157-173.
- FRISON G., 1982 - Ricerche sulle esigenze idriche del pioppo in vivaio mediante l'irrigazione localizzata. Cellulosa e Carta, XXXII (in preparazione).
- GAMBI G., 1954 - Il pioppo tremulo dell'Aspromonte. Monti e Boschi. 5: 161-4.

- GIORDANO E., 1960 - Il *Populus deltoides* Bartr. nel suo paese di origine. Pubblicazioni del Centro di Sperimentazione Agr. e For. Vol. III, 127-180, Roma.
- GRAMUGLIO G., 1964 - Ulteriori indagini sul *Populus tremula* L. in Italia. Ricerche morfologiche. Pubblicazioni del Centro di Sperimentazione Agr. e For. Vol. VII, 221-250, Roma.
- HOUTZAGERS G., 1950 - Il genere *Populus* e la sua importanza nella selvicoltura. Biblioteca Scient. Cartiere Burgo.
- KIRBY C.L., BAILEY W.S. and GILMOUR J.G., 1957 - The growth and yield of Aspen in Saskatchewan. Department of Natural Resources Forest Branch, Saskatchewan.
- LAPIETRA G., SAMPIETRO L., COLLOT T., 1980 - Inventario statistico per punti della pioppicoltura specializzata nella pianura padana. S.A.F./I.S.P., Casale Monferrato.
- MESSERI A., 1959 - Appunti su una popolazione di *Populus tremula* L. della Sila (Calabria). I. Analisi auxometrica. Pubblicazioni del Centro di Sperimentazione Agr. e For. Vol. II, 23-42, Roma.
- MULLER R., SAUER E., 1973 - Urteils grundlagen fur die Trichocarpa. Pappel. Wirtschafts und Forstverlag Euting Kg.
- PAVARI A., 1953 - Problèmes de Populiculture dans la Région Méditerranéenne. Pubblicazioni dell'E.N.C.C., Roma. La seconda sessione della Commissione Internazionale del Pioppo dal 20 al 28 aprile 1948, Roma.
- PICCAROLO G., 1951 - Breve sguardo alla pioppicoltura in bonifica nell'Italia centrale, meridionale e Isole. Monti e Boschi, II, 11/12, 468-474.
- QUATTROCCHI G., 1954 - Possibilità pioppicole del Mezzogiorno. Atti Congresso Naz. Pioppo. 178-200.
- SEKAWIN M., 1971 - Alcuni nuovi cloni di pioppo selezionati in Italia. Cellulosa e Carta, XXII, 5, 1-32.
- SEKAWIN M., 1975 - La génétique du *Populus alba* L. Annales Forestales 6/6 Zagreb.
- SEKAWIN M., 1977 - I cloni di pioppo iscritti nel Registro Nazionale Italiano dei Cloni Forestali. Ministero dell'Agricoltura e delle Foreste. Collana Verde n. 45.
- SCHREINER E.J., 1959 - Production of Poplar Timber in Europe and its significance and applications in the United States. U.S. Department of Agriculture Washington, D.C. Forest Service.
- SCHREINER E.J., 1971 - Genetics of Eastern cottonwood. Forest Service Research Paper US Department of Agriculture. WO, 11, 1-19.
- TOMASELLI R., 1959 - Contributo allo studio dell'ecologia del pioppo spontaneo e coltivato nell'alta pianura padana. Tipografia Valbonesi, Forlì, 1-72.