

G. FRISON - G. NEGRO - P. BARDELLI

RICERCHE SULLE ESIGENZE
IDRICHE DEL PIOPPO IN VIVAIO
IRRIGATO A GOCCIA

Estratto da «Cellulosa e Carta»

N. 10 - ottobre 1982

ROMA 1982

Ricerche sulle esigenze idriche del pioppo in vivaio irrigato a goccia

G. FRISON * - G. NEGRO * - P. BARDELLI **

Premessa

Come è noto, il metodo di irrigazione a goccia, rispetto a quelli tradizionali, è molto più efficiente poiché consente di distribuire l'esatta quantità di acqua di cui le piante necessitano. Con questa tecnica infatti l'acqua viene distribuita con turni molto brevi, spesso giornalieri, in quantità sufficiente per compensare le perdite dovute all'evapotraspirazione, evitando sprechi o stress idrici. Il metodo si presta quindi egregiamente per effettuare ricerche sui fabbisogni in acqua delle piante. Sul piano pratico esso sta trovando larga applicazione in particolare negli agrumeti e nei vigneti dell'Italia meridionale.

Recentemente esso è stato sperimentato anche in pioppicoltura per verificarne l'applicazione in vivaio in zone dell'Italia centrale e meridionale con scarse disponibilità di acqua (LIANI, 1974 e dati non pubblicati). Poiché le prove hanno dato risultati soddisfacenti si è pensato di estenderle anche nella Valle Padana, dove è concentrata la maggior parte dell'attività vivaistica pioppicola.

Il programma di ricerca, impostato e condotto dall'Istituto di Sperimentazione per la Pioppicoltura (I.S.P.) in collaborazione con il Centro Agricolo Sperimentale (C.A.S.) del Centro Ricerche FIAT di Orbassano, è stato articolato in due prove, di cui la prima è stata condotta a Casale Monferrato nell'Azienda sperimentale « Mezzi » dell'I.S.P. e la seconda ad Orbassano nell'Azienda del C.A.S., allo scopo di studiare, in due diversi ambienti, l'effetto del volume di adacquamento con distri-

* SAF - Istituto di Sperimentazione per la Pioppicoltura, Casale Monferrato.

** Centro Ricerche FIAT, Orbassano.

buzione localizzata sull'accrescimento delle pioppelle e di stimare, sia pure approssimativamente, il valore dei coefficienti di evapotraspirazione.

Materiali e metodi

Per la somministrazione dell'acqua ci si è avvalsi del nuovo sistema di micro-irrigazione messo a punto dal Centro Ricerche FIAT di Orbassano (TO), denominato 'IRRISOR', con le seguenti caratteristiche funzionali:

- dimensioni dei fori non minori di 5 mm e quindi garanzia assoluta contro le occlusioni;
- assenza quasi totale di filtraggio (consigliabile solo filtraggio grossolano per impurità con diametro superiore a mm 1,5);
- manutenzione ordinaria dei principali componenti l'impianto (valvole pilota, erogatori) non necessaria;
- erogazione dell'acqua controllata dalla valvola pilota in forma pulsante ed in pressione (da 0,5 a 4 kg/cm²) e quindi con azione autopulente ad ogni ciclo;
- erogatori normalmente chiusi in fase di alimentazione del sistema di irrigazione; lo scarico di tutte le ali avviene a comando ciclico, quindi l'irrigazione è possibile anche in forte pendenza.

A Casale Monferrato sono stati confrontati, compreso il testimone non irrigato, quattro diversi volumi di adacquamento e ad Orbassano cinque, indicati rispettivamente con 0; 1; 1,5; 2 nella prima località e con 0; 0,5; 1; 1,5; 2 nella seconda. A Casale Monferrato non è stato adottato il livello 0,5 in quanto ritenuto a priori insufficiente, data la scarsa potenza degli strati del suolo interessati dalle radici. In entrambe le località l'irrigazione è stata studiata anche in combinazione con la presenza e l'assenza di concimazione minerale (azoto-fosfo-potassica) e con la presenza e assenza di concimazione organica (COMPOST di Cambiano¹) per evidenziare eventuali effetti di interazione tra i due trat-

¹ Composto prodotto da un impianto di bioconversione di rifiuti urbani messo a punto dal Centro Ricerche FIAT di Orbassano. Le principali caratteristiche analitiche di tale prodotto sono risultate le seguenti:

pH (H ₂ O)	7	K %	1,30
pH (KCl)	7,2	Na %	0,74

tamenti di concimazione e l'irrigazione, utilizzando però, per quest'ultimo, soltanto due volumi di adacquamento e precisamente il livello 0 (assenza di irrigazione) e il livello 1,5 che è tra quelli frequentemente adottati nella pratica.

A Casale Monferrato la prova è stata fatta in un vivaio costituito nella primavera 1978 con talee del clone *Populus × euramericana* 'Pan', piantate ad una spaziatura di m 1,70 × 0,50, in un terreno sabbioso con uno strato superficiale dello spessore di 45-50 cm adagiato su ghiaia grossolana (Fig. 1). Tale terreno, di colore² bruno grigiastro scuro (2,5 Y 4/2) nei primi 25 cm e bruno grigiastro (2,5 Y 5/2) da cm 25 a cm 45, ha una reazione subalcalina (pH 7,8), presenta un contenuto medio di carbonati (circa 7%), è ben dotato di potassio assimilabile e di fosforo, risulta mediamente fornito di azoto ed è povero di sostanza organica (Tab. 1). La sua capacità idrica di campo è risultata del 24,5% sul peso secco, il punto di appassimento del 3,5% e la densità apparente di 1,36 Kg/dm³.

L'unità sperimentale era rappresentata da una parcella di m² 204 (m 20 × 10,20) comprendente 6 file di piante, di cui le 4 centrali utili per i rilevamenti e le due esterne di bordo.

La concimazione con COMPOST è stata effettuata in post-impianto delle talee (27 maggio 1978) impiegandone 5 q per parcella, pari a 245 q/ha.

La concimazione minerale è stata effettuata impiegando:

nel 1978

- 12 Kg per parcella del ternario 12 12 12, equivalenti a 5,88 q/ha, distribuiti il 27 maggio;
- 8 Kg per parcella di Nitrato ammonico 26%, equivalenti a 3,33 q/ha, distribuiti il 13 luglio;

nel 1979

- 10 Kg per parcella di Nitrato ammonico 26%, equivalenti a 4,90 q/ha, distribuiti il 29 maggio.

Umidità: (40 °C)%	3,1	Ca %	5,00
(105 °C)%	4,5	Mg %	0,32
Ceneri (750 °C)%	28 %	Fe %	0,78
Sost. organica %	69 %	Zn %	0,058
Carbonio totale %	23,12	Cu %	0,0048
Azoto totale %	2,09	Mn %	0,32
C/N	11,08	P ₂ O ₅ %	2,29

² MUNSEL Soil color charts.



Fig. 1 - Profilo del terreno di Casale Monferrato. Lo strato esplorato dalle radici è di circa 50 cm, ha tessitura sabbiosa ed appoggia su ghiaia mista a sabbia grossa.

Ad Orbassano la prova è stata realizzata in un vivaio analogo costituito anch'esso nella primavera 1978 con talee del clone 'Pan' piantate ad una spaziatura di $m\ 2 \times 0,50$ in terreno sabbioso, profondo e praticamente privo di scheletro.

Tale terreno, di colore bruno scuro (10 YK 4/3) da cm 0 a cm 20, bruno (10 YK 5/3) da cm 20 a cm 45 e bruno giallastro (10 YK 5/4) da cm 45 a cm 90, è risultato di reazione all'incirca neutra, privo di carbonati, mediamente dotato di potassio assimilabile e di fosforo, povero di azoto e di sostanza organica (Tab. 1). La sua capacità idrica di campo è risultata del 20,5 % sul peso secco, il punto di appassimento del 3 % e la densità apparente di $1,46\ Kg/dm^3$.

L'unità sperimentale era costituita da una parcella di $m^2\ 280$ ($m\ 20 \times 14$) comprendente 7 file di piante di cui le 5 centrali utili per i rilevamenti e le due esterne di bordo.

CARATTERISTICHE CHIMICO-FISICHE DEI TERRENI

Caratteristiche	Casale Monferrato (AL)		Orbassano (TO)		
	Profondità di prelevamento in cm		Profondità di prelevamento in cm		
	0-25	25-45	0-20	20-45	45-90
Scheletro %	ass.	ass.	ass.	ass.	ass.
Sabbia grossa %	2,75	2,72	14,67	12,79	16,10
Sabbia fina %	77,85	77,58	71,83	74,36	69,80
Limo %	15,50	16,10	10,15	9,55	8,50
Argilla %	3,90	3,60	3,35	3,30	5,60
Colore (Munsell)	2,5 Y 4/2	2,5 Y 5/2	10 Y R 4/3	10 Y R 5/3	10 Y R 5/4
pH	8,00	7,73	7,62	7,40	6,80
Carbonio organico ‰	4,50	6,60	3,90	4,80	1,80
Sostanza organica ‰	7,80	11,40	6,70	8,30	3,10
Calcare totale %	6,53	6,31	0,00	0,00	0,00
Calcare attivo ‰	10,00	13,75	0,00	0,00	0,00
Azoto (Kjeldahl) ‰	0,80	0,90	0,60	0,70	0,30
P ₂ O ₅ totale ‰	1,66	1,89	0,94	2,09	1,81
P ₂ O ₅ ass. (Olsen) ‰	0,006	0,010	tracce	0,018	0,00
K ₂ O ass. mg/100g	4,45	3,05	2,18	1,60	0,70

La concimazione con COMPOST è stata fatta in post-impianto delle talee il 30 maggio 1978, con una dose di q 5,60 per parcella, equivalente a 200 q/ha.

La concimazione minerale è stata effettuata:

nel 1978

- con ternario 12 12 12 alla dose di 15 Kg per parcella, equivalente a 5,36 q/ha, distribuito il 30 maggio;
- con Nitrato ammonico 26 % alla dose di 11,2 Kg per parcella, equivalente a 4 q/ha, distribuito il 1° luglio;

nel 1979

- con Nitrato ammonico 26 % alla dose di 15 kg per parcella, equivalente a 5,36 q/ha, distribuito il 2 giugno.

I trattamenti, complessivamente 8 a Casale Monferrato e 9 ad Orbassano, sono stati distribuiti in campo secondo lo schema a blocchi randomizzati con 4 replicazioni.

Essendosi protratta a lungo la fase della messa in opera dell'impianto di micro-irrigazione, le erogazioni sono iniziate il 15 luglio 1978 a Casale Monferrato ed il 30 luglio 1978 ad Orbassano. Fino a tale epoca le pioppelle sono cresciute utilizzando le riserve idriche del terreno fornite dalle precipitazioni.

Prima di cominciare le erogazioni l'umidità del terreno è stata portata alla capacità di campo con un'apposita irrigazione a pioggia dell'ordine di 28 mm nel 1978 e di 25 mm nel 1979, in entrambe le prove.

L'entità degli interventi irrigui giornalieri è stata determinata con l'ausilio di un evaporimetro 'Classe A'.

Il volume dei singoli adacquamenti è stato stabilito moltiplicando l'evaporato giornaliero per un coefficiente che nel corso della prima stagione vegetativa è stato mantenuto costantemente sul valore 0,7 mentre nel corso della seconda è stato fatto variare da 0,55 a 0,70 in relazione allo sviluppo fogliare (LAI) della coltura. Il volume così ottenuto rappresentava il valore di base, che è stato moltiplicato per i coefficienti 0; 0,5; 1; 1,5; 2 per ottenere i volumi dei trattamenti denominati rispettivamente livello 0 (testimone), 0,5; 1; 1,5 e 2.

In ogni parcella irrigata è stata sistemata un'ala gocciolante, composta da una valvola pilota e da erogatori disposti lungo tutte le file di piantine (Fig. 2). Gli erogatori erano distanziati di 3 m l'uno dall'altro, per cui la loro spaziatura è risultata di $m 1,70 \times 3$ a Casale Monferrato e di $m 2 \times 3$ ad Orbassano, con sesto a quinconce. Le valvole pilota comandavano gli erogatori, inseriti nelle ali in parte ad anello aperto ed in parte ad anello chiuso, realizzando la possibilità di erogare nelle parcelle delle varie tesi i volumi idrici richiesti dallo schema sperimentale.

A Casale Monferrato, nel 1978 la stagione irrigua è durata dal 15 luglio al 30 settembre, per un totale di 182 ore e 46 primi di erogazione somministrando, nel complesso di tutta la prova, $798 m^3$ di acqua; nel 1979 la stagione è durata dal 30 maggio al 30 settembre, per un totale di 363 ore e 35 primi di erogazione, con una somministrazione, sempre nel complesso di tutta la prova, di $1583,6 m^3$ di acqua. L'impianto ha perciò funzionato con una portata media di $4,36 m^3/h$.

Da controlli effettuati più volte in campo, la portata media degli erogatori è risultata di $l/h 3,63$ per il livello 1, $5,37$ per il livello 1,5 e 8 per il livello 2, con coefficienti di variabilità (determinati sulla base di una quarantina di dati) dell'ordine del 20%. Viceversa le portate



Fig. 2 - Disposizione delle linee adacquatrici con un erogatore al centro della zona bagnata.

medie nelle quattro replicazioni dello stesso trattamento non presentavano differenze apprezzabili.

Le portate effettive sono risultate perciò inferiori a quelle teoriche che, alla pressione di esercizio di 4 Kg/cm^2 , avrebbero dovuto essere rispettivamente di l/h 3; 4,5 e 6.

Poiché le quattro replicazioni di ogni trattamento irriguo coprivano in totale una superficie effettiva di 816 m^2 con 157 erogatori, i volumi stagionali di acqua erogati alle varie tesi con l'impianto IRRISOR, sia in presenza che in assenza di concimazione, espressi in m^3/ha , sono risultati i seguenti:

	1978	1979
Livello 0 (Testimone)	0	0
Livello 1	1279	2539
Livello 1,5	1893	3756
Livello 2	2820	5597

Le precipitazioni da aprile a settembre sono state di mm 390,8 nel 1978 e di mm 335,4 nel 1979.

Ad Orbassano, nel 1978 la stagione irrigua è durata dal 30 luglio al 30 settembre, per un totale di 110 ore di erogazione, nelle quali sono stati somministrati, nel complesso di tutta la prova, 474,7 m³ di acqua; nel 1979 la stagione è durata dal 30 maggio al 30 settembre con un'erogazione, in 275 ore, di 1189 m³.

L'erogazione media dell'impianto è stata quindi di 4,32 m³/h. La portata effettiva degli erogatori, controllata in campo, è risultata di l/h 2,16 per il livello 0,5, 3 per il livello 1, 4,20 per il livello 1,5 e di 6 per il livello 2, con differenze modeste rispetto alle portate teoriche previste rispettivamente in l/h 1,5, 3, 4,5, 6.

Poiché le quattro replicazioni irrigue di ogni tesi coprivano in totale una superficie effettiva di m² 1120 con 182 erogatori, i volumi stagionali di acqua, espressi in m³/ha, erogati ai vari trattamenti con l'impianto IRRISOR, sono risultati i seguenti:

	1978	1979
Livello 0 (Testimone)	0	0
Livello 0,5	386	965
Livello 1	536	1340
Livello 1,5	750	1877
Livello 2	1072	2681

Le precipitazioni da aprile a settembre, rilevate nella stazione meteorologica installata appositamente nei pressi del campo sperimentale di Orbassano, sono state di 350 mm nel 1978 e di 455 mm nel 1979.

In entrambe le località, per valutare la quantità totale di acqua ricevuta dal terreno da aprile a settembre, va considerata anche quella somministrata inizialmente a pioggia (mm 28 nel 1978 e mm 25 nel 1979) per raggiungere all'incirca la capacità di campo.

Sia a Casale che ad Orbassano in luglio e settembre sono stati prelevati campioni di terreno lungo le linee erogatrici, per rilevare la distribuzione dell'acqua nella rizosfera. L'umidità è stata determinata col metodo gravimetrico ed è stata espressa in percentuale del peso secco.

Alla fine del primo e del secondo anno di vegetazione sono stati misurati i diametri e le altezze delle piante. I valori medi delle parcelle sono stati sottoposti all'analisi della varianza ed i confronti sono stati fatti ricorrendo al Test di Duncan.

Sono stati fatti rilievi sullo sviluppo dell'apparato radicale in funzione dell'irrigazione, nella sola stazione di Casale Monferrato e, limita-

tamente al livello 1,5, sono stati fatti dei campionamenti per stimare la biomassa.

Risultati delle prove

Casale Monferrato

Come risulta dai valori medi, riportati nella Tab. 2, dei diametri e delle altezze rilevati alla fine del primo e del secondo anno di vegetazione e dalla distribuzione delle frequenze dei diametri al secondo anno, distribuiti in classi di cm 0,25 (Tab. 3), l'irrigazione ha un effetto particolarmente evidente alla fine della seconda stagione vegetativa sia sul diametro sia sull'altezza delle pioppelle. Non è molto evidente invece una diversità di effetto tra i volumi di adacquamento, in particolare tra il livello 1 ed il livello 2, che hanno dato risultati analoghi. Entrambi hanno sortito esito leggermente inferiore, che però non è significativo, al livello 1,5. Quest'ultima dose, nelle condizioni sperimentali, è sembrata la più adatta per cui si potrebbe ritenere che il coefficiente per il quale si deve moltiplicare l'evaporato giornaliero, si aggiri intorno al valore 1 (ad es. $0,65 \times 1,50 = 0,97$).

Nell'ambito di questo livello idrico le differenze registrate alla fine del secondo anno di vegetazione tra le parcelle non concimate e quelle concimate, sia con 'COMPOST' sia con azoto, fosforo e potassio, non sono però risultate significative. Altrettanto privo di significatività è stato l'effetto della concimazione nelle parcelle del testimone non irrigato. E' interessante rilevare che questi risultati concordano con quelli conseguiti in precedenti esperienze (FRISON, 1974).

Per verificare la distribuzione dell'acqua nel terreno sono stati effettuati due rilievi alle date del 2 luglio 1979 e del 14 settembre. I campioni sono stati prelevati lungo una parallela distante 30 cm dalla linea erogatrice, in due punti distanti cm 50 e cm 150 dall'erogatore, nei due strati che vanno da cm 0 a cm 20 e da cm 20 a cm 40 di profondità. I due prelievi sono stati effettuati dopo che gli interventi irrigui erano stati protratti, in assenza di pioggia, tanto da poter considerare il regime stazionario. L'area di saggio all'interno della parcella è stata scelta mediante sorteggio. L'umidità dei campioni, espressa in % rispetto al peso secco, è riportata nella Tab. 4.

L'umidità del terreno decresce col crescere della distanza dall'erogatore con decremento peraltro non molto diverso nelle varie tesi. E' da rilevare che, nonostante l'umidità del terreno fosse molto al di sotto

TAB. 2

DIAMETRI ED ALTEZZE DELLE PIOPPELLE RILEVATI ALLA FINE DEL PRIMO
E DEL SECONDO ANNO DI VEGETAZIONE A CASALE MONFERRATO

Trattamento	Fine I anno		Fine II anno	
	Diametro a m 1 (cm)	Altezza totale (m)	Diametro a m 1 (cm)	Altezza totale (m)
Non concimato				
1 Livello 0 (testimone)	1,23	2,13	2,61	4,19
3 Livello 1	1,50	2,30	3,54	6,05
4 Livello 1,5	1,57	2,43	3,75	6,36
5 Livello 2	1,50	2,30	3,68	6,26
Concimato con Compost				
6 Livello 0 (testimone)	1,30	2,22	2,98	4,57
7 Livello 1,5	1,63	2,53	3,97	6,68
Concimato con N, P e K				
8 Livello 0 (testimone)	1,28	2,22	2,61	4,03
9 Livello 1,5	1,57	2,43	4,08	6,65
Media Generale	1,45	2,32	3,40	5,60
Valori di F	4,35 **	2,80 *	7,43 **	18,52 **

* = significativo per $P = 0,05$; ** = significativo per $P = 0,01$.

FREQUENZE PER CLASSI DI DIAMETRO DELLE PIOPPELLE ALLA FINE
DEL SECONDO ANNO DI VEGETAZIONE A CASALE MONFERRATO

Valore centrale della classe (\varnothing in cm a m 1 dal suolo)	Trattamento								
	1	3	4	5	6	7	8	9	Totale
< 1,75	8	3	1	1	10	3	17	1	44
1,75	11	4	3	0	6	2	9	6	41
2,00	26	5	4	8	9	2	15	3	72
2,25	25	3	3	5	12	2	30	2	82
2,50	49	13	17	17	32	8	44	3	183
2,75	22	14	7	9	24	11	26	9	122
3,00	27	28	16	20	29	11	32	11	174
3,25	21	36	18	23	32	15	16	17	178
3,50	11	20	31	25	26	24	17	19	173
3,75	3	17	25	20	8	16	4	16	109
4,00	4	18	18	26	10	21	4	21	122
4,25	1	12	16	12	6	20	1	18	86
4,50	0	15	12	19	5	20	1	20	92
4,75	1	6	12	10	2	15	0	22	68
5,00	0	3	11	12	2	21	0	13	62
5,25		12	12	2		5		17	48
5,50		1	3	3		5		5	17
5,75		1	4	1		3		6	15
6,00		0	1	2		2		3	8
6,25		1	0	0		0		2	3
Totale freq.	209	212	214	215	213	206	216	214	1.699
\varnothing medio cm	2,61	3,54	3,75	3,68	2,98	3,97	2,61	4,08	
c.v. %	19,0	19,25	20,5	20,7	23,25	21,5	22,5	22,2	

TAB. 4

UMIDITA' DEL TERRENO ESPRESSA IN % RISPETTO AL PESO SECCO
(CASALE MONFERRATO)

Tesi	26 luglio 1979		14 settembre 1979	
	cm 50	Distanza dall'erogatore cm 150	cm 50	cm 150
Livello 0 (testimone)				
da cm 0 a cm 20	4,2	5,2	10,8	10,6
da cm 20 a cm 40	4,5	5,3	11,4	10,0
Livello 1				
da cm 0 a cm 20	14,8	13,3	17,7	12,2
da cm 20 a cm 40	13,7	11,4	15,9	10,9
Livello 1,5				
da cm 0 a cm 20	21,3	19,1	20,7	13,7
da cm 20 a cm 40	19,5	15,3	14,7	12,3
Livello 2				
da cm 0 a cm 20	21,3	20,6	21,5	18,0
da cm 20 a cm 40	21,4	17,1	19,4	18,6
Medie per il livello				
Livello 0	4,3 A	5,3 A	11,1 A	10,3 A
Livello 1	14,3 B	12,4 B	16,8 B	11,5 AB
Livello 1,5	20,4 C	17,2 C	17,7 B	13,0 B
Livello 2	21,4 C	18,4 C	20,5 C	18,4 C
Medie per la profondità				
da cm 0 a cm 20	15,4 a	14,3 a	17,7 a	13,6 a
da cm 20 a cm 40	14,8 a	12,3 b	15,3 b	13,0 a

Nell'ambito della stessa colonna le differenze tra i dati contrassegnati con lettere diverse risultano statisticamente significativi per $P = 0,05$ (minuscole) e per $P = 0,01$ (maiuscole).



Fig. 3 – Metodo adottato per mettere a nudo l'apparato radicale delle pioppelle.

della capacità di campo nelle parcelle adacquate col livello 1, si è avuto ugualmente un buon accrescimento. Questo può far ritenere che non sia necessario portare e conservare l'umidità del terreno alla capacità di campo (24,5 % nel caso specifico) per conseguire il massimo accrescimento, ma che sia invece sufficiente assicurare una disponibilità d'acqua corrispondente a poco più del 50 % della capacità, nella zona delle radici.

La massa dell'apparato radicale delle pioppelle (Fig. 3) è stata determinata scavando delle trincee, lateralmente ai filari, lunghe m 1,50 (comprendenti 3 pioppelle), larghe m 0,85 (corrispondente a metà larghezza dell'interfilare) e profonde m 0,45, in quanto le radici non si approfondivano oltre per la presenza della ghiaia. Da ogni trincea sono state quindi raccolte, presumibilmente, metà delle radici di 3 pioppelle. Complessivamente sono state aperte 12 trincee equamente ripartite nelle 3 tesi sperimentali: 0; 1,5; 2. Un'idea della spiccata influenza della microirrigazione sullo sviluppo dell'apparato radicale può essere data dalle fotografie (Figg. 4, 5 e 6). Il peso secco medio delle radici per trincea è risultato per i livelli 0; 1,5 e 2 rispettivamente 134 g, 242 g e 281 g. In media le piante irrigate hanno prodotto una massa radicale più che doppia di quelle del testimone asciutto.

La produzione totale di biomassa nel biennio (foglie, fusti, rami e radici), espressa in sostanza secca, è stata stimata, per il livello 1,5, unico considerato a questo fine, in 370 q/ha.

Orbassano

Nella Tab. 5 sono riportate le medie dei diametri e delle altezze rilevate alla fine dei due anni di vegetazione e nella Tab. 6 sono espone le frequenze per classi dei diametri misurati alla fine del secondo anno di vivaio.

E' interessante rilevare che i valori relativi ai vari trattamenti, pur risultando crescenti in funzione dei volumi di adacquamento, non presentano differenze significative al livello di probabilità del 5 %. L'irrigazione non ha conseguito un esito significativo nemmeno nelle parcelle concimate, tanto con 'COMPOST' quanto con azoto, fosforo e potassio. Le parcelle concimate, a loro volta, non hanno dato produzioni superiori a quelle del testimone, confermando, anche in questa prova, l'inefficacia della fertilizzazione sulle dimensioni delle pioppelle.



Fig. 4 - Apparato radicale delle pioppelle irrigate con il livello 1,5.



Fig. 5 - Apparato radicale di pioppella irrigata con il livello 2. Si noti l'enorme sviluppo radicale sin dallo strato superficiale.

I dati relativi all'umidità del terreno, rilevati seguendo le stesse modalità adottate per la prova di Casale, sono riportati nella Tab. 7.

I valori di umidità riscontrati, anche se presentano un andamento crescente col volume di adacquamento, sono inferiori al valore della capacità idrica di campo (20,5 %) in tutte le tesi. Soltanto intorno al gocciolatore si forma un'area bagnata con valori di umidità anche superiori alla capacità idrica di campo.

Con l'aumentare della distanza dal punto di erogazione, l'umidità del terreno diminuisce maggiormente nelle parcelle bagnate con i volumi di adacquamento più alti. Ne consegue che, per ottenere una maggiore uniformità di umidità del terreno nell'interno delle parcelle, bisognerebbe diminuire le distanze tra gli erogatori. D'altra parte la notevole uniformità di produzione osservata tanto all'interno delle parcelle e delle tesi quanto tra le tesi fa ritenere che l'uniformità di resa non dipenda dall'uniformità di regime idrologico delle piante, allorquando la variabilità dell'umidità del terreno sia contenuta nelle differenze riscontrate tra i trattamenti.

TAB. 5

DIAMETRI ED ALTEZZE DELLE PIOPPELLE RILEVATI ALLA FINE DEL PRIMO
E DEL SECONDO ANNO DI VEGETAZIONE AD ORBASSANO

Trattamento	Fine I anno		Fine II anno	
	Diametro a m 1 (cm)	Altezza totale (m)	Diametro a m 1 (cm)	Altezza totale (m)
non concimato				
1 Livello 0 (testimone)	1,14	1,85	3,74	6,30
2 Livello 0,5	1,18	1,92	3,80	6,64
3 Livello 1	1,31	2,09	3,94	6,79
4 Livello 1,5	1,19	1,94	3,96	6,69
5 Livello 2	1,33	2,12	4,01	6,76
Concimato con Compost				
6 Livello 0 (testimone)	1,23	1,94	3,84	6,50
7 Livello 1,5	1,27	2,07	3,88	6,59
Concimato con N, P e K				
8 Livello 0 (testimone)	1,10	1,81	3,90	6,19
9 Livello 1,5	1,20	1,96	3,95	6,76
Media Generale	1,22	1,97	3,88	6,58
Valori di F	1,29 n.s.	1,51 n.s.	1,22 n.s.	1,47 n.s.

n.s. = non significativo.

FREQUENZE PER CLASSI DI DIAMETRO DELLE PIOPPELLE ALLA FINE
DEL SECONDO ANNO DI VEGETAZIONE AD ORBASSANO

Valore centrale della classe (\varnothing in cm a m l dal suolo)	Trattamento									Totale
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	
< 1,75	7	12	10	3	7	7	7	3	7	63
1,75	8	6	4	4	0	3	8	1	8	42
2,00	2	3	9	6	3	3	5	7	6	44
2,25	6	10	2	7	8	5	6	1	6	51
2,50	6	7	9	11	11	12	18	20	10	104
2,75	18	10	4	11	10	7	9	11	12	92
3,00	19	24	16	12	15	24	21	24	18	173
3,25	20	19	13	12	25	23	25	20	18	175
3,50	44	39	37	34	25	41	34	49	32	335
3,75	42	29	33	36	27	36	38	45	22	308
4,00	60	49	54	44	41	55	46	50	44	443
4,25	36	34	53	34	38	45	26	33	41	390
4,50	36	46	51	51	53	53	38	43	43	414
4,75	19	21	29	35	30	22	30	15	27	228
5,00	12	22	26	27	30	22	31	18	35	223
5,25	2	10	8	9	19	4	13	3	18	86
5,50	4	2	7	3	7	0	10	5	7	45
5,75	1	2	1	0	1	0	1	0	3	9
6,00	0	1	0	0	1	0	3	0	0	5
Totale freq.	342	346	366	339	351	362	369	348	357	3.180
\varnothing medio (cm)	3,74	3,80	3,94	3,96	4,01	3,84	3,88	3,80	3,95	
c.v. %	20,7	24,5	22,2	21,5	21,7	20,2	23,7	19,2	24,0	



Fig. 6 – Apparato radicale di pioppelle non irrigate (testimone). Si noti lo scarso sviluppo delle radici, in particolare nello strato superficiale.

In questa prova la biomassa (foglie, fusti, rami e radici), per il livello 1,5, è stata stimata in 320 q/ha, abbastanza simile a quella della località precedente.

Considerazioni conclusive

Poiché la spaziatura degli erogatori era di $m\ 1,70 \times 3$ a Casale Monferrato e di 2×3 ad Orbassano e la spaziatura delle piante era di $m\ 1,70 \times 0,50$ nella prima località e di $m\ 2 \times 0,50$ nella seconda, in entrambe le prove, ad ogni erogatore corrispondevano sei pioppelle, insidenti però in un'area di $m^2\ 5,10$ a Casale Monferrato e di $m^2\ 6$ ad Orbassano.

Dato che gli erogatori a Casale avevano una portata effettiva superiore a quella di Orbassano — a parità di evaporato — la quantità di acqua erogata nella prima località, in riferimento sia alla singola pianta sia all'unità di superficie, è risultata superiore a quella erogata nella seconda. Inoltre il volume d'acqua somministrato a Casale risulta più

UMIDITA' DEL TERRENO RILEVATA AD ORBASSANO
(% rispetto al peso secco)

Tesi	3 agosto 1979		18 settembre 1979	
	Distanza dall'erogatore			
	cm 50	cm 150	cm 50	cm 150
Livello 0 (Testimone)				
da cm 0 a cm 20	5,9	5,4	6,1	6,5
da cm 20 a cm 40	6,4	5,8	6,0	6,6
Livello 0,5				
da cm 0 a cm 20	8,6	6,5	8,0	6,3
da cm 20 a cm 40	9,3	6,0	7,4	6,7
Livello 1				
da cm 0 a cm 20	8,4	5,7	6,4	5,9
da cm 20 a cm 40	7,4	6,2	7,2	6,1
Livello 1,5				
da cm 0 a cm 20	11,9	7,0	11,4	7,2
da cm 20 a cm 40	11,1	7,1	10,9	7,5
Livello 2				
da cm 0 a cm 20	14,1	10,6	12,8	8,6
da cm 20 a cm 40	13,7	8,7	12,3	8,0
Medie per il livello				
Livello 0	6,1 a	5,6 a	6,0 a	6,5 ab
Livello 0,5	8,9 b	6,2 ab	7,7 a	6,5 ab
Livello 1	7,9 b	6,0 ab	6,8 a	6,0 a
Livello 1,5	11,5 c	7,0 b	11,1 b	7,3 bc
Livello 2	13,9 d	9,7 c	12,5 b	8,3 c
Medie per la profondità				
da cm 0 a cm 20	9,8 a	7,0 a	8,9 a	6,9 a
da cm 20 a cm 40	9,6 a	6,8 a	8,7 a	7,0 a

Nell'ambito della stessa colonna le differenze tra i dati contrassegnati con lettere diverse risultano statisticamente significativi per $P = 0,05$.

elevato di quello di Orbassano anche perché, nel 1979, le precipitazioni nella prima località sono risultate inferiori a quelle nella seconda (mm 335,4 contro mm 455). Sono probabilmente queste le cause principali delle differenze riscontrate sia tra i volumi di acqua somministrati sia tra i livelli dell'umidità del suolo nelle due prove.

Infine, nel calcolare la pioggia utile le precipitazioni sono state detratte integralmente dall'evaporato, fino al suo totale esaurimento, prima di iniziare nuove erogazioni. Questo procedimento, particolarmente per piogge di debole intensità e durata, può portare a degli errori di valutazione in quanto parte della pioggia è intercettata dalla chioma ed evapora senza arrivare al suolo. L'entità della massa fogliare, che può variare con le condizioni ambientali e colturali, influisce quindi sull'evaporazione della pioggia modificandone il coefficiente di utilizzazione.

La scarsa risposta delle piante all'irrigazione avutasi ad Orbassano, malgrado i livelli modesti di umidità riscontrati nel terreno alle epoche dei rilievi, può essere dipesa, almeno in parte, dalla presenza di un terreno con un profilo spesso circa un metro e abbastanza omogeneo per la capacità idrica. Ciò ha consentito l'immagazzinamento di riserve molto superiori a quelle possibili nel terreno di Casale, dove lo strato utile era appena di 45-50 cm. In quest'ultimo caso non si esclude inoltre che, per la scarsa potenza del profilo, vi siano state delle perdite per percolazione, almeno nelle zone bagnate con i volumi più elevati.

Per calcolare l'acqua ricevuta dal terreno da aprile a settembre, alla quantità meteorica si deve sommare quella somministrata sulla base dell'evaporato e quella distribuita all'inizio della prova (mm 28 nel 1978 e mm 25 nel 1979) per creare nel terreno un'umidità corrispondente all'incirca alla capacità di campo.

Se si parte dal presupposto che le riserve idriche del terreno all'inizio della stagione vegetativa siano state pari o poco dissimili da quelle di fine stagione, tenendo conto delle precipitazioni e delle quantità somministrate con l'irrigazione, è possibile calcolare il volume idrico complessivo relativo all'evapotraspirazione reale e all'accumulo di acqua nei tessuti delle pioppelle in entrambe le stazioni.

Accettando tale presupposto, sia pure con tutte le riserve del caso, ne risulterebbe che, ad esempio a Casale, dove le precipitazioni sono state di mm 390,8 nel 1978 e di mm 335,4 nel 1979, il livello 0 (testimone asciutto) avrebbe ricevuto un volume idrico pari a m^3/ha 7.792, il livello 1 m^3/ha 11.610, il livello 1,5 m^3/ha 13.491 ed il livello 2 m^3/ha 16.209 nel corso delle due stagioni vegetative, corrispondenti al periodo aprile-settembre di ogni anno.

Poiché la produzione totale, espressa in sostanza secca (foglie, fusti, rami e radici) per il livello 1,5 è stata stimata in 370 q/ha, ne risulterebbe un coefficiente di evapotraspirazione di 370 litri di acqua per Kg di sostanza secca prodotta.

Lo stesso procedimento di calcolo, applicato alla prova di Orbassano, dove le precipitazioni sono state di mm 805 (mm 350 nel 1978 e mm 455 nel 1979) porta ai seguenti volumi: m³/ha 8.580 per il livello 0, m³/ha 9.931 per il livello 0,5, m³/ha 10.456 per il livello 1, m³/ha 11.207 per il livello 1,5 e m³/ha 12.333 per il livello 2, sempre nel corso delle due stagioni vegetative.

Essendo stata stimata la produzione totale, sempre espressa in sostanza secca, in q/ha 320 per il livello 1,5, il coefficiente di utilizzazione risulterebbe di 350 litri di acqua per Kg di sostanza secca.

Se però si considera che in entrambe le prove la produzione legnosa epigea del livello 1,5, considerato per questi calcoli, non è risultata significativamente superiore al livello 1, è lecito ritenere che il coefficiente reale di evapotraspirazione sia destinato ad abbassarsi ulteriormente.

Sulla base di questi risultati, che peraltro dovranno essere riconfermati per almeno un altro biennio, in prima approssimazione si potrebbe consigliare per le due stazioni, dove le precipitazioni da aprile a settembre variano in media da 350 a 400 mm, delle quantità di acqua da somministrare con il metodo in parola, oscillanti tra 150 e 200 mm annui. Con questi quantitativi il terreno riceverebbe, nel biennio, volumi di acqua (pioggia più irrigazione) complessivi di circa 11.000 m³/ha, sufficienti per consentire produzioni stimate prudenzialmente intorno a 320-330 q/ha di biomassa, con un coefficiente di evapotraspirazione di 330-340 l/Kg di sostanza secca.

LAVORI CITATI

- FRISON G., 1974 - Ricerche sulla concimazione del pioppo euramericano 'I-214' in vivaio. *Cellulosa e Carta*, XXV, 7-8, 3-20.
- LIANI A., 1974 - Risultati preliminari di un confronto fra un metodo di irrigazione a pioggia ed un metodo di irrigazione a goccia in vivaio di pioppo. *Cellulosa e Carta*, XXV, 7-8, 37-52.

RIASSUNTO

Vengono riferiti i risultati ottenuti in due prove di irrigazione localizzata effettuate impiegando l'impianto IRRISOR della FIAT in due vivai di pioppo del clone PAN situati il primo a Casale Monferrato ed il secondo ad Orbassano.

Scopo delle prove era quello di studiare l'influenza di diversi volumi di adacquamento sull'accrescimento delle pioppelle cercando di calcolare anche il coefficiente di evapotraspirazione.

Il terreno a Casale Monferrato era sabbioso, con una capacità idrica di campo del 24,5% ed un punto di appassimento del 3,5% sul peso secco; ad Orbassano sabbioso, con una capacità idrica di campo del 20,5% ed un punto di appassimento del 3%. La potenza del profilo era di circa 50 cm nel primo caso e di oltre un metro nel secondo.

La spaziatura in vivaio era di $m\ 0,50 \times 1,70$ a Casale Monferrato e di $m\ 0,50 \times 2$ ad Orbassano e la spaziatura degli erogatori era di $m\ 1,70 \times 3$ e di $m\ 2 \times 3$ rispettivamente, disposti a quinconce.

Sono stati adottati erogatori con portata teorica, alla pressione di esercizio di 4 Kg/cm², di 1,5; 3; 4,5 e 6 l/h che hanno consentito di mettere a confronto volumi di acqua crescenti con progressione aritmetica e denominati rispettivamente livello 0,5; 1; 1,5; 2 oltre al testimone asciutto (livello 0). Il livello 0,5 non è stato adottato a Casale in quanto ritenuto a priori insufficiente.

Per il livello 1,5, ritenuto adatto a priori, l'irrigazione è stata studiata anche in combinazione con concimazione sia organica (COMPOST) sia minerale (NPK). Complessivamente sono stati fatti 8 confronti a Casale Monferrato e 9 ad Orbassano.

L'irrigazione è stata effettuata seguendo il criterio dell'evaporato da evapormetro Classe A corretto da un coefficiente costante di 0,7 nel primo anno e variabile da 0,5 a 0,7 nel secondo anno, in rapporto alle variazioni del LAI della coltura nel corso della stagione vegetativa.

I trattamenti sono stati distribuiti in campo secondo lo schema a blocchi randomizzati con 4 replicazioni.

Sono stati rilevati i diametri e le altezze delle pioppelle alla fine del ciclo vegetativo.

I dati sono stati elaborati con l'analisi della varianza ed i confronti sono stati fatti con il test di Duncan.

Sono stati effettuati dei campionamenti per stimare la produzione di biomassa nelle parcelle del livello 1,5. Nella prova di Casale è stato messo in evidenza l'effetto dell'irrigazione sullo sviluppo dell'apparato radicale. Sono stati fatti dei rilevamenti per verificare l'uniformità di distribuzione dell'acqua tra i diversi punti di erogazione.

A Casale Monferrato l'effetto dell'irrigazione è risultato evidente, in particolare alla fine del secondo anno di vegetazione, sia sul diametro che sull'altezza delle pioppelle. Non sono risultate invece significative le differenze tra i diversi volumi di adacquamento. La concimazione, sia organica che minerale, non ha influenzato significativamente né il diametro e né l'altezza delle pioppelle. L'irrigazione ha avuto un effetto marcato sullo sviluppo dell'apparato radicale.

Ad Orbassano l'irrigazione non ha evidenziato effetti significativi sull'accrescimento delle pioppelle. Ugualmente non significativo è stato l'effetto della concimazione.

Il coefficiente di evapotraspirazione, calcolato sulla base della produzione di biomassa avutasi nelle parcelle irrigate con il volume 1,5 è risultata di 370 l/Kg di sostanza secca a Casale e di 350 l/Kg di sostanza secca ad Orbassano.

Poiché però la produzione legnosa, stimata sulla base delle caratteristiche dendrometriche delle piante, non è stata influenzata significativamente dal volume

di adattamento, è probabile che il coefficiente di evapotraspirazione reale sia inferiore a quelli sopra indicati.

RESUME

On va rapporter les résultats obtenus dans deux essais d'irrigation localisée que l'on a effectués en utilisant l'installation IRRISOR de la FIAT dans deux pépinières du clone PAN situées l'une à Casale Monferrato, dans la ferme « Mezzi » de l'Istituto di Sperimentazione per la Pioppicoltura, l'autre à Orbassano dans l'exploitation du « Centro Ricerche » FIAT.

Le but des essais était celui d'étudier l'influence de différents volumes d'eau sur la croissance des jeunes peupliers en essayant de calculer le coefficient d'évapotranspiration.

A Casale Monferrato le terrain est résulté sablonneux, avec une capacité hydrique au champ de 24,5 % et un point de flétrissement de 3,5 % sur le poids sec; à Orbassano il est paru sablonneux, avec une capacité hydrique au champ de 20,5 % et un point de flétrissement de 3 %. La profondeur du sol est résultée d'environ 50 cm dans le premier cas et de plus d'un mètre dans le second.

L'espacement en pépinière était de m 0,50 × 1,70 à Casale Monferrato et de m 0,50 × 2 à Orbassano et l'espacement des distributeurs était de m 1,70 × 3 et de m 2 × 3 respectivement, ordre en quinconce.

On a utilisé des distributeurs d'un débit théorique, à la portée théorique de 4 Kg/cm², de 1,5-3-4,5 et 6 l/h qui ont permis de comparer des volumes d'eau croissant d'une progression arithmétique et nommés respectivement niveau 0,5-1-1,5-2 outre au témoin sec (niveau 0). Le niveau 0,5 n'a pas été utilisé à Casale ayant été considéré a priori insuffisant.

Pour le niveau 1,5 considéré a priori approprié l'irrigation a été étudiée aussi en combinaison avec les engrais soit organiques (Compost) soit minéraux (NPK). Au total on a effectué 8 comparaisons à Casale Monferrato et 9 à Orbassano.

L'irrigation a été effectuée suivant le procédé basé sur la quantité d'eau évaporée par évaporimètre Class A corrigé par un coefficient constant de 0,7 la première année et variable de 0,5 à 0,7 la deuxième année, par rapport aux variations du LAI de la culture au cours de la saison végétative.

Les traitements ont été distribués dans le champ selon le schéma à blocs randomisés avec quatre répétitions.

On a relevé les diamètres et les hauteurs des jeunes peupliers à la fin du cycle végétatif.

On a élaboré les données par l'analyse de la variance et les comparaisons ont été faites à l'aide du test de Duncan.

On a effectué des échantillons de terrain pour observer la production de biomasse dans les parcelles du niveau 1,5. Au cours de l'essai de Casale on a relevé l'effet de l'irrigation sur le développement du système racinaire.

On a effectué des observations pour vérifier l'uniformité de la répartition de l'eau entre les différents points d'irrigation. A Casale Monferrato l'effet de l'irrigation est résulté évident surtout à la fin de la deuxième année de végétation soit sur les diamètres soit sur les hauteurs des jeunes peupliers. Au contraire les différences entre les différents volumes d'arrosage ne sont pas résultées significatives.

Les engrais, soit organiques soit minéraux, n'ont influencé d'une façon significative ni le diamètre ni la hauteur des jeunes peupliers. L'irrigation a eu un effet considérable sur le développement du système racinaire.

A Orbassano l'irrigation n'a pas donné de effets significatifs sur la croissance des jeunes peupliers, et la même chose s'est vérifiée pour ce qui concerne l'épandage des engrais.

Le coefficient d'évapo-transpiration, calculé sur la base de la production de biomasse qu'il y a eu dans les parcelles irriguées au volume 1,5 est résulté de 370 l/Kg de substance sèche à Casale et de 350 l/Kg de substance sèche à Orbassano. Comme, cependant, la production ligneuse estimée sur la base des caractéristiques dendrométriques des arbres, n'a pas été influencée d'une façon remarquable par le volume d'irrigation, il est probable que le coefficient d'évapo-transpiration réelle est inférieur à ceux qu'on a nommés avant.

SUMMARY

Reference is made to the results obtained in two localized irrigation trials conducted with the use of FIAT «IRRISOR» plant in two nurseries of poplar of the PAN clone, the first at Casale Monferrato, and the second at Orbassano.

The aim of the trials was to investigate the influence of various water application volumes on the growth of the small poplars and, at the same time, to calculate the consumptive-use coefficient.

The soil at Casale Monferrato was sandy, with a field capacity of 24.5 % and a wilting percentage of 3.5 % on dry weight; at Orbassano it was also sandy, with a field capacity of 20.5 % and a wilting percentage of 3 %. The thickness of the soil profile was about 50 cm in the first case and more than one metre in the second.

The plant spacing in the nurseries was 0.50×1.70 m at Casale Monferrato and 0.05×2 m at Orbassano, whereas the spacing of the sprinklers was 1.70×3 m and of 2×3 m respectively; a staggered layout was used.

The sprinklers used had a theoretical discharge, at the rated pressure of 4 kg/cm², of 1.5, 3, 4.5 and 6 litres/hour which made it possible to compare water volumes increasing with arithmetic progression and called levels 0.5, 1, 1.5 and 2 respectively, apart from the dry reference point (level 0). The 0.5 level was not adopted at Casale since it was considered a priori to be insufficient.

For level 1.5, considered suitable a priori, the irrigation was investigated also in combination with both organic (COMPOST) and mineral (NPK) fertilization. All in all, 8 comparisons were made at Casale Monferrato and 9 at Orbassano.

The irrigation was carried out according to the criterion of the evaporation rate measured by class A atmometer, corrected by a coefficient from 0.5 to 0.7 in the second year, in relation to the LAI of the crop during the course of the vegetative season.

The treatments were distributed in the field according to the randomized block design with 4 replications.

The diameters and the heights of the small poplars were measured at the end of the vegetative cycle.

The data were processed with an analysis of the variance and comparisons were made with the Duncan test.

Samples were taken to estimate the production of biomass in the 1.5 levelplots. The Casale test brought to light the effect of the irrigation on the development of the root system. Surveys were made to check the uniformity of the water distribution among the various irrigation points.

At Casale Monferrato, the effect of the irrigation appeared evident, in particular at the end of the second year of vegetation, both on the diameter and on the height of the poplar plants. Of no significance were, instead, the differences between the various water application volumes. Neither organic nor mineral fertilization exerted a significant influence on the diameter and height of the poplars. The irrigation had a marked effect on the development of the root system.

At Orbassano, the irrigation did not produce significant effects on the growth of the small poplar plants. Likewise, the effect of fertilization was not significant.

The consumptive-use coefficient, calculated on the basis of the production of biomass occurring in the plots irrigated with the 1.5 volume, was 370 litres/kg of dry matter at Casale and 350 litres/kg of dry matter at Orbassano.

However, since production of wood, estimated on the basis of the dendrometric characteristics (diameters and heights) of the plants, was not significantly influenced by the volume of water applied, it is probable that the actual consumptive-use coefficient is less than those indicated above.

ZUSAMMENFASSUNG

Man berichtet über die Ergebnisse von zwei Versuchen lokalisierter Bewässerung, die unter Verwendung der IRRISOR Anlage von FIAT in zwei Baumschulen am Klon PAN durchgeführt wurden; die eine befindet sich in Casale Monferrato, die andere in Orbassano.

Zweck dieser Versuche war, den Einfluss verschiedener Wassermengen auf das Wachstum der Pappelheister zu prüfen, wobei man gleichzeitig versuchte, den Evapotranspirationskoeffizienten zu berechnen.

In Casale Monferrato handelte es sich um einen sandigen Boden mit einer Wasseraufnahmefähigkeit von 24,5 % und einem Welkepunkt von 3,5 % bezogen auf das Trockengewicht. In Orbassano war der Boden sandig mit einer Wasseraufnahmefähigkeit von 20,5 % und einem Welkepunkt von 3 %. Die Mächtigkeit des Profils betrug im ersten Fall 50 cm und im zweiten mehr als einen Meter.

Die Pflanzweite war $0,50 \times 1,70$ m in Casale Monferrato und $0,50 \times 2$ m in Orbassano und der Abstand zwischen den Wasserspendern betrug $1,70 \times 3$ m bzw. 2×3 m im Dreiecksverband.

Es wurden Wasserspender mit einer theoretischen Leistung von 1,5; 3; 4,5 und 6 l/h bei einem Betriebsdruck von 4 kg/cm^2 verwendet; dies ermöglichte einen Vergleich zwischen den nach einer arithmetischen Progression zunehmenden und als 0,5; 1; 1,5 und 2 - Niveau bezeichneten Wassermengen, sowie mit der Trockenkontrolle (0 - Niveau). Das 0,5 - Niveau wurde in Casale nicht verwendet, da es a priori als unzureichend betrachtet wurde.

Für das 1,5 - Niveau, das a priori als passend betrachtet wurde, hat man die Bewässerung in Verbindung mit einer sowohl organischen (COMPOST), als auch mineralischen (NPK) Düngung untersucht. Insgesamt sind 8 Vergleiche in Casale Monferrato und 9 in Orbassano angestellt worden.

Die Bewässerung wurde nach den Kriterien der Verdunstung nach einem Verdunstungsmesser Klasse A durchgeführt, die im ersten Jahr durch einen konstanten Koeffizienten von 0,7 und im zweiten durch einen von 0,5 bis 0,7 im Zusammenhang mit den Änderungen des LAI (leaf area index) der Kultur im Laufe der Vegetationszeit schwankenden Koeffizienten korrigiert wurde.

Die Behandlungen wurden nach einem Blockschema mit zufälliger Zuteilung mit vierfacher Wiederholung ausgelegt.

Die Durchmesser und die Höhen der Pappelheister wurden am Ende der Vegetationszeit ermittelt.

Die Versuchszahlen wurden nach der Varianzanalyse ausgewertet und die Vergleiche mit Duncan-Test angestellt.

Man hat Stichproben entnommen, um die Erzeugung von Biomasse in den Parzellen des 1,5 - Niveaus schätzen zu können. Bei dem Versuch in Casale wurde der Einfluss der Bewässerung auf die Entwicklung des Wurzelwerks hervorgehoben. Es sind Messungen angestellt worden, um die Gleichförmigkeit zwischen den einzelnen Spendepunkten zu überprüfen.

In Casale Monferrato äusserte sich der Einfluss der Bewässerung eindeutig, insbesondere am Ende des zweiten Vegetationsjahres, sowohl im Durchmesser als auch in der Höhe der Pappelheister. Unwesentlich waren hingegen die Unterschiede zwischen den einzelnen Bewässerungsmengen.

Weder die organische noch die mineralische Düngung haben den Durchmesser oder die Höhe der Pappelheister statistisch gesichert beeinflusst. Die Bewässerung hat die Entwicklung des Wurzelwerks deutlich beeinflusst.

In Orbassano hat die Bewässerung keine gesicherten Unterschiede im Wachstum der Pappelheister bewirkt. Ebenso statistisch nicht gesichert war die Wirkung der Düngung.

Der aufgrund der Erzeugung von Biomasse in den mit der Wassermenge 1,5 bewässerten Parzellen berechnete Evapotranspirationskoeffizient betrug 370 l/kg Trockenstoff in Casale und 350 l/kg in Orbassano.

Da jedoch die Holzproduktion, die aufgrund der dendrometrischen Eigenschaften der Bäume geschätzt wird, nicht gesichert durch das Bewässerungsvolumen beeinflusst wurde, ist es wahrscheinlich, dass der reelle Evapotranspirationskoeffizient unter den oben angeführten Werten liegt.