ENTE NAZIONALE PER LA CELLULOSA E PER LA CARTA
ISTITUTO DI SPERIMENTAZIONE PER LA PIOPPICOLTURA - CASALE MONFERRATO

GIUSEPPE FRISON

INFLUENZA DEI CONCIMI MINERALI SULL'ACCRESCIMENTO DEL PIOPPO

Estratto da « Cellulosa e Carta »
N. 5 – maggio 1976

ROMA 1976

Istituto di Sperimentazione per la Pioppicoltura – Casale Monferrato

Influenza dei concimi minerali sull'accrescimento del pioppo

GIUSEPPE FRISON

Premessa

In una precedente nota (Frison, 1973) sulla concimazione del pioppo — presentata al Symposium International FAO/IUFRO sur l'utilisation des engrais en Forêt, tenutosi a Parigi nel Dicembre 1973 — ho brevemente accennato ad un esperimento di concimazione in pioppeto in corso su terreni ex agrari, anticipando di aver ottenuto buoni risultati.

In questa comunicazione desidero fare una esposizione più dettagliata dei risultati di detta esperienza che dura ormai da sei anni e, pur non essendo ancora conclusa, ha già fornito dati di un certo interesse.

Il terreno in cui viene condotta la prova, dalle analisi effettuate su campioni prelevati al momento della messa a dimora del pioppeto, è risultato di tessitura sabbio-limosa (sabbia 65 %, limo 21 %, argilla 14 %), a reazione subalcalina (pH 8), mediamente calcareo in superficie (11 % da cm 0 a cm 15, 20 % da cm 15 a cm 45 e 38 % da cm 45 a cm 80), povero di Humus (1,60 % da cm 0 a cm 15, 1,45 % da cm 15 a cm 45 e 0,52 % da cm 45 a cm 80) e modestamente dotato di azoto (0,15 %), di anidride fosforica totale (0,145 %) e di potassio assimilabile (15 ppm di K_2O), nei primi 45 cm e povero di tutti e tre gli elementi in profondità.

Sulla base di questi dati analitici l'esperienza è stata impostata sui seguenti tre trattamenti:

testimone non concimato;
concimazione azoto-fosfatica (NP);
concimazione azoto-fosfo-potassica (NPK).

Materiali e metodi

Località: Porto Mantovano (Mantova).

Caratteristiche pedoclimatiche: le proprietà del terreno sono brevemente descritte nella premessa ed il clima (Cfr. De Philippis, 1937) risulta caratterizzato dai seguenti indici: Pavari Cc II, Rubner P V, Emberger 64 SA, Gams 1° 59, Lang 44, Amann 31, Kotilainen 27. In Tab. 1 sono riportati i dati relativi alle precipitazioni rilevati dal 1969 al 1975.

Colture precedenti il pioppeto: varie coltivazioni di piante agrarie erbacee scarsamente concimate.

Clone: Populus × *euramericana* (Dode) Guinier, ' I-214 '.

Tipo di materiale di propagazione: pioppelle di due anni di vivaio (F_2R_2) appartenenti alla classe commerciale con circonferenza di cm 14,5-17 rilevata in vivaio a m 1 dal suolo.

Data di impianto del pioppeto: dal 20 al 22 Marzo 1969.

Metodo di impianto: pioppelle con parte radi-

TAB. 1

PRECIPITAZIONI RILEVATE A PORTO MANTOVANO NEL 1969 E 1970 E A BIGARELLO (in linea d'aria distante meno di 10 km da Porto M.) NEGLI ANNI 1971-75

MESE	ANNO													
	1969		1970		1971		1972		1973		1974		1975	
	mm	gg	mm	gg	mm	gg	mm	gg	mm	gg	mm	gg	mm	gg
Gennaio	57,0	2	87,0	10	84,9	8	84,0	4	123,0	7			15,2	2
Febbraio	72,6	9	22,0	1	39,5	3	168,0	9	37,0	2	64,0	3	26,0	2
Marzo	45,0	7	94,0	14	31,5	3	65,0	6	37,5	2	69,0	5	115,5	9
Aprile	53,0	5	9,0	2	43,3	6	106,0	11	44,0	5	38,0	3	22,0	2
Maggio	38,5	5	84,0	7	114,2	8	57,5	6	9,0	4	80,0	4	103,0	6
Giugno	91,5	6	46,0	3	70,5	6	39,5	5	57,0	4	82,0	6	46,0	5
Luglio	43,5	5	39,0	3	13,0	1	86,0	9	52,0	3	14,0	1	25,0	3
Agosto	55,0	6	108,5	7	5,4	1	34,0	3	132,0	4	27,0	3	68,0	6
Settembre	129,0	6	11,0	1	17,0	2	32,0	6	128,0	7	64,0	5	39,0	6
Ottobre	0,0	0	8,5	1	41,0	1	44,5	5	10,0	2	59,0	4	182,0	5
Novembre	98,0	6	55,5	3	129,5	7	67,0	4	0,0	0	48,8	4	98,0	8
Dicembre	29,0	2	57,5	2	40,5	4	48,0	4	28,0	2	0,0	0	77,0	5
Totale annuo	712,1	59	622,0	54	630,3	50	831,5	72	657,5	42			816,7	59

TAB. 2

AREA BASIMETRICA MEDIA PER PIANTA (a m 1,30 dal suolo): ACCRESCIMENTO TOTALE, INCREMENTO CORRENTE E INCREMENTO PERCENTUALE (**)

TESI	Dati rilevati a fine ciclo vegetativo negli anni						
	1969	1970	1971	1972	1973	1974	1975
				Accrescimento totale (cm^2) (*)			
Test	27,70	74,93	170,71	296,47	417,91	522,77	641,14
NP	26,91	82,52	187,27	328,66	455,96	568,10	694,11
NPK	29,12	97,34	213,23	364,41	487,54	600,88	729,59
				Incremento corrente (cm^2) (*)			
Test	—	47,23	95,78	125,76	121,44	104,86	118,37
NP	—	55,61	104,75	141,39	127,30	112,14	126,01
NPK	—	68,22	115,89	151,18	123,13	113,34	128,71
				Incremento percentuale (cm^2) (**)			
				Medie osservate (*)			
Test	—	170,505	127,826	73,669	40,000	25,092	22,643
NP	—	206,652	126,938	75,500	38,775	24,594	22,181
NPK		234,270	119,060	70,900	33,789	23,247	21,420
				Medie attese (***)			
Test	—	175,031	118,860	75,343	44,480	26,270	20,714
NP	—	204,754	130,327	75,026	38,851	21,803	23,880
NPK		225,683	134,761	69,460	29,780	15,721	27,283

(*) Per la significanza delle differenze tra le medie vedi confronti ortogonali nelle Tabelle 3, 4 e 11.

(**) Incremento percentuale fatto uguale a 100 l'accrescimento totale raggiunto nell'anno precedente.

(***) Dati ottenuti con l'interpolazione di un polinomio di 2° grado rappresentati nei diagrammi della figura 2.

cale poste in buche profonde cm 100 e con diametro di cm 50.

Fattori studiati: concimazione azoto-fosfatica e azoto-fosfo-potassica.

Disegno sperimentale: blocchi randomizzati con 6 replicazioni.

Unità sperimentale: parcella di m^2 1.260 contenente n. 42 piante (spaziatura di m 6×5) di cui 20 utili per i rilevamenti.

Data di inizio della prova di concimazione: primavera 1970.

Date, dosi e modalità di distribuzione del concime:

22 Aprile 1970:

a) azoto: 160 kg/ha di N_2 (da solfato ammonico 20-21 %; pari a circa 8 q/ha);
b) fosforo: 200 kg/ha di P_2O_5 (da perfosfato minerale 19-21 %, pari a circa 10 q/ha);
c) potassio: 300 kg/ha di K_2O (da cloruro potassico 50-52 %, pari a circa 6 q/ha).

9 Maggio 1972 (Cfr. 22 Aprile 1970).

27 Maggio 1974:

a) azoto: 160 kg/ha di N_2 (da nitrato ammonico 26-27 %, pari a circa 6 q/ha);
b) fosforo: 200 kg/ha di P_2O_5 (da perfosfato minerale 19-21 %, pari a circa 10 q/ha);
c) potassio: 300 kg/ha di K_2O (da solfato potassico 50-52 %, pari a circa 6 q/ha).

Il concime è sempre stato distribuito a spaglio, su tutta la superficie delle parcelle interessate, ed interrato con aratura profonda circa cm 20 nel 1970 e con fresature nel 1972 e nel 1974.

Cure colturali: due lavorazioni annuali del terreno.

Rilevamenti: misura annuale della circonferenza degli alberi a m 1,30 dal suolo e misura dell'altezza (sia totale sia cormometrica) alla fine della stagione vegetativa 1975 mediante ipsometro.

Analisi statistica dei dati:

a) analisi della varianza dei dati relativi all'area basimetrica, espressa come accrescimento totale e come incrementi annali, biennali e cumulativi e confronti ortogonali fra i trattamenti fatti scomponendo le rispettive devianze dell'analisi della varianza;
b) analisi della covarianza degli incrementi (annuali, biennali, cumulativi) sugli accrescimenti totali raggiunti nell'anno precedente al periodo considerato e calcolo, secondo la formula approssimata del Finney, dell'errore standard delle differenze tra le medie aggiustate e, infine, confronti delle differenze tra le medie dei trattamenti con il test di Duncan;
c) analisi della varianza e della regressione polinomiale degli incrementi percentuali fatto uguale a 100 l'accrescimento totale raggiunto nell'anno precedente.

Risultati e discussione

I dati relativi all'area basimetrica rilevati a fine anno ed agli incrementi annuali sono rappresentati nel grafico Fig. 1 e riportati nella Tab. 2.

Nei diagrammi degli incrementi annuali del grafico 1 si nota un andamento normalmente crescente dal 1970 al 1972, decrescente nel 1973 e nel 1974 con tendenza, infine, ad un nuovo rialzo nel 1975. L'andamento della curva negli ultimi tre anni può essere messo in relazione con le precipitazioni primaverili avutesi nello stesso periodo, risultate più scarse nel 1973 e nel 1974 che nel 1975.

Passando all'esame statistico dei dati relativi agli accrescimenti totali (Tab. 3) si nota quanto segue:

a) rispetto al testimone, la concimazione è sempre risultata efficace con differenze altamente significative;

b) rispetto all'apporto di NP, la concimazione con NPK ha avuto esito positivo con differenze tra le medie altamente significative nel 1970 e significative in tutte le altre annate (per il 1973 il valore di F è risultato di 4,948 contro 4,96 di quello tabulare).

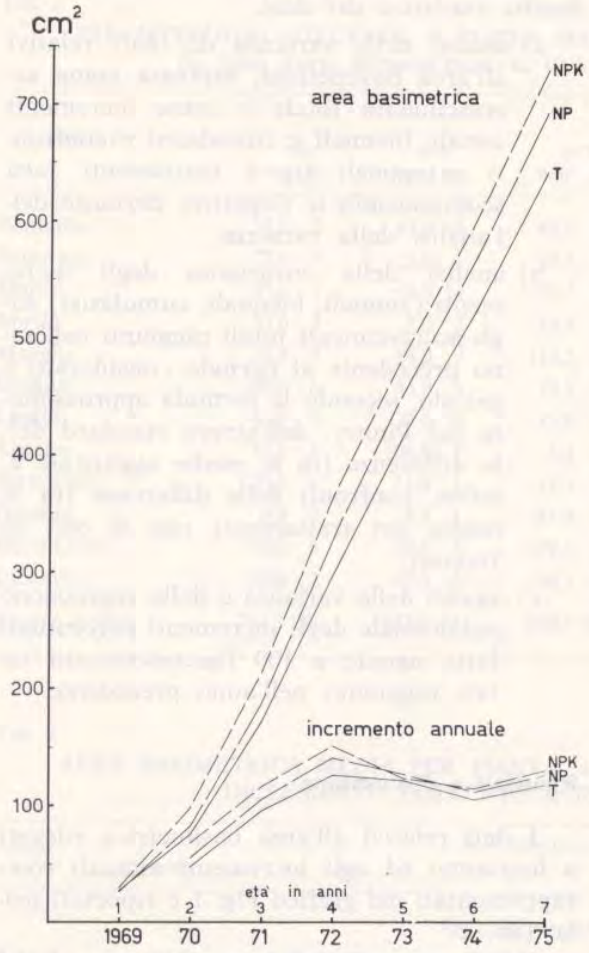

Fig. 1 – Variazioni nel tempo dell'area basimetrica e dell'incremento annuale in funzione della concimazione. T = testimone; NP = concimazione azoto-fosfatica; NPK = concimazione azoto-fosfo-potassica.

L'esame statistico dei dati relativi all'incremento in area basimetrica consente di dedurre quanto segue:

I) Incrementi annuali (Tab. 4):

a) rispetto al test, la concimazione ha avuto esito altamente significativo nel 1970, significativo nel 1971, 1972 e 1974 e non significativo nel 1973 e nel 1975; essa cioè è risultata efficace sempre nell'anno di applicazione del fertilizzante ed ha manifestato un effetto residuo l'anno dopo soltanto in occasione della prima somministrazione;

b) l'apporto di potassio, in aggiunta all'NP, ha ulteriormente esaltato la crescita delle piante soltanto nel 1970, in corrispondenza cioè della prima applicazione di concimi.

II) Incrementi biennali (Tab. 5):

a) rispetto al test, la concimazione ha sortito esito altamente significativo nel primo biennio e significativo nel secondo e nel terzo;

b) rispetto alla concimazione azoto-fosfatica, la concimazione azoto-fosfo-potassica è risultata più efficace soltanto nel primo biennio.

III) Incrementi cumulativi (Tab. 6):

a) rispetto al test, la concimazione è apparsa sempre altamente significativa;

b) rispetto alla concimazione con NP, l'apporto di NPK è risultato più efficace in maniera altamente significativa nel 1970, significativa nel 1971, mentre non ha avuto esito positivo nelle altre annate.

Come appare da quanto sopra esposto, l'analisi dei dati relativi agli incrementi fornisce informazioni più particolareggiate e che sarebbero sfuggite all'attenzione se ci si fosse limitati ad elaborare i valori degli accrescimenti totali. Così, ad esempio, è stato possibile appurare che, pur risultando le differenze tra gli accrescimenti totali delle piante concimate e di quelle testimone significative alla fine di ciascun anno considerato, in alcune annate, e precisamente nel 1973 e nel 1975, l'effetto dovuto alla concimazione è risultato troppo modesto per raggiungere il livello di significatività del 5 %. Così, ancora, la maggior efficacia della concimazione con NPK, rispetto a quella con NP, è risultata sempre significativa alla elaborazione degli accrescimenti totali; in base agli incrementi essa viene confermata soltanto per il 1970 o per il primo biennio a seconda che si considerino gli incrementi annuali o quelli cumulativi rispettivamente. Ciò si spiega anche con il fatto che, sin dal momento in cui è iniziata la prova, tra le piante delle tesi NP ed NPK esistevano, seppure non significative, delle differenze che, con l'elaborazione degli accrescimenti totali, non sono state sceverate da quel-

ANALISI DELLA VARIANZA DEI DATI RELATIVI ALL'AREA BASIMETRICA RILEVATI A FINE ANNO

Anno	Sorgenti di variazione	GL	Devianze	Varianze	F_c	F_t P = 0,05	F_t P = 0,01
1969	Totale	17	360,8193				
	Blocchi	5	303,4652	60,6930	14,3752++	3,33	5,64
	Trattamenti	2	15,1335	7,5663	1,7922 n.s.	4,10	7,56
	Test vs NP + NPK	1	0,3944		0,0934 n.s.	4,96	10,04
	NP vs NPK	1	14,7408		3,4914 n.s.	4,96	10,04
	Errore	10	42,2205	4,2221			
1970	Totale	17	8794,7442				
	Blocchi	5	6669,0185	1333,8037	24,6431++	3,33	5,64
	Trattamenti	2	1584,4773	792,2387	14,6372++	4,10	7,56
	Test vs NP + NPK	1	909,9272		16,8117++	4,96	10,04
	NP vs NPK	1	674,5501		12,4629++	4,96	10,04
	Errore	10	541,2484	54,1248			
1971	Totale	17	33024,5174				
	Blocchi	5	24938,1221	4987,6244	19,3820++	3,33	5,64
	Trattamenti	2	5513,0616	2756,5308	10,7119++	4,10	7,56
	Test vs NP + NPK	1	3491,0372		13,5662++	4,96	10,04
	NP vs NPK	1	2022,0244		7,8576+	4,96	10,04
	Errore	10	2573,3337	257,3334			
1972	Totale	17	59451,8790				
	Blocchi	5	39424,3641	7884,8728	12,7865++	3,33	5,64
	Trattamenti	2	13860,9432	6930,4716	11,2388++	4,10	7,56
	Test vs NP + NPK	1	10025,6830		16,2581++	4,96	10,04
	NP vs NPK	1	3835,2601		6,2194+	4,96	10,04
	Errore	10	6166,5717	616,6572			
1973	Totale	17	57208,2813				
	Blocchi	5	36571,8553	7314,3711	12,0949++	3,33	5,64
	Trattamenti	2	14588,9390	7294,4695	12,0620++	4,10	7,56
	Test vs NP + NPK	1	14296,4190		23,6402++	4,96	10,04
	NP vs NPK	1	2992,5208		4,9484+	4,96	10,04
	Errore	10	6047,4869	604,7487			
1974	Totale	17	56696,8199				
	Blocchi	5	32125,1338	6425,0268	10,5183++	3,33	5,64
	Trattamenti	2	18463,2367	9231,6184	15,1129++	4,10	7,56
	Test vs NP + NPK	1	15238,6680		24,9469++	4,96	10,04
	NP vs NPK	1	3224,5687		5,2789+	4,96	10,04
	Errore	10	6108,4494	610,8449			
1975	Totale	17	56785,6721				
	Blocchi	5	26507,5129	5301,5026	8,1555++	3,33	5,64
	Trattamenti	2	23777,6435	11888,8218	18,2890++	4,10	7,56
	Test vs NP + NPK	1	20000,0880		30,7669++	4,96	10,04
	NP vs NPK	1	3777,5557		5,8112+	4,96	10,04
	Errore	10	6500,5157	650,0516			

TAB. 4

ANALISI DELLA VARIANZA DEI DATI RELATIVI ALL'INCREMENTO ANNUALE IN AREA BASIMETRICA

Anno	Sorgenti di variazione	GL	Devianze	Varianze	F_c	F_t P = 0,05	F_t P = 0,01
1970	Totale	17	6146,7002				
	Blocchi	5	4444,9934	888,9987	24,5815++	3,33	5,64
	Trattamenti	2	1340,0530	670,0265	18,5267++	4,10	7,56
	Test vs NP + NPK	1	862,8906		23,8596++	4,96	10,04
	NP vs NPK	1	477,1624		13,1939++	4,96	10,04
	Errore	10	361,6538	36,1654			
1971	Totale	17	8569,2749				
	Blocchi	5	6064,5560	1212,9112	9,4256++	3,33	5,64
	Trattamenti	2	1217,8875	608,9438	4,7321+	4,10	7,56
	Test vs NP + NPK	1	846,0342		6,5746+	4,96	10,04
	NP vs NPK	1	371,8533		2,8897 n.s.	4,96	10,04
	Errore	10	1286,8314	128,6831			
1972	Totale	17	7428,9604				
	Blocchi	5	2407,8004	481,5601	1,5795 n.s.	3,33	5,64
	Trattamenti	2	1972,2833	986,1417	3,2344 n.s.	4,10	7,56
	Test vs NP + NPK	1	1684,5552		5,5252+	4,96	10,04
	NP vs NPK	1	287,7281		0,9437 n.s.	4,96	10,04
	Errore	10	3048,8766	304,8877			
1973	Totale	17	1397,8361				
	Blocchi	5	841,7726	168,3545	3,7686+	3,33	5,64
	Trattamenti	2	109,3368	54,6684	1,2238 n.s.	4,10	7,56
	Test vs NP + NPK	1	57,1284		1,2788 n.s.	4,96	10,04
	NP vs NPK	1	52,2084		1,1687 n.s.	4,96	10,04
	Errore	10	446,7267	44,6727			
1974	Totale	17	1094,5960				
	Blocchi	5	506,3696	101,2739	3,0180 n.s.	3,33	5,64
	Trattamenti	2	252,6571	126,3285	3,7646 n.s.	4,10	7,56
	Test vs NP + NPK	1	248,3251		7,4001+	4,96	10,04
	NP vs NPK	1	4,3320		0,1291 n.s.	4,96	10,04
	Errore	10	335,5693	33,5569			
1975	Totale	17	2342,7360				
	Blocchi	5	1012,9332	202,5866	2,0572 n.s.	3,33	5,64
	Trattamenti	2	345,0305	172,5153	1,7518 n.s.	4,10	7,56
	Test vs NP + NPK	1	323,1605		3,2816 n.s.	4,96	10,04
	NP vs NPK	1	21,8700		0,2221 n.s.	4,96	10,04
	Errore	10	984,7723	98,4772			

le realmente provocate dai fertilizzanti ma, al contrario, ad essi attribuite. Questo si evita elaborando gli incrementi correnti (annuali).

Anche sulla base di queste considerazioni, allo scopo di cercare di interpretare il più esattamente possibile i dati sperimentali e per desumerne, nello stesso tempo ,il maggior numero di informazioni, ho ritenuto opportuno approfondire ulteriormente l'elaborazione statistica applicando la covarianza sui dati dell'incremento in area basimetrica registrato alla fine della stagione vegetativa quale variabile

TAB. 5

ANALISI DELLA VARIANZA DEI DATI RELATIVI AGLI INCREMENTI BIENNALI IN AREA BASIMETRICA

Biennio	Sorgenti di variazione	GL	Devianze	Varianze	F_c	F_t P = 0,05	F_t P = 0,01
1970-71	Totale	17	27884,9493				
	Blocchi	5	20467,0133	4093,4027	17,7304++	3,33	5,64
	Trattamenti	2	5109,2415	2554,6208	11,0652++	4,10	7,56
	Test vs NP + NPK	1	3417,7665		14,8039++	4,96	10,04
	NP vs NPK	1	1691,4751		7,3265+	4,96	10,04
	Errore	10	2308,6945	230,8694			
1972-73	Totale	17	9326,8427				
	Blocchi	5	3478,9235	695,7847	2,0540 n.s.	3,33	5,64
	Trattamenti	2	2460,4114	1230,2057	3,6316 n.s.	4,10	7,56
	Test vs NP + NPK	1	2365,0390		6,9816+	4,96	10,04
	NP vs NPK	1	95,3724		0,2815 n.s.	4,96	10,04
	Errore	10	3387,5077	338,7508			
1974-75	Totale	17	5158,7624				
	Blocchi	5	2334,1187	466,8237	2,8449 n.s.	3,33	5,64
	Trattamenti	2	1183,7192	591,8596	3,6069 n.s.	4,10	7,56
	Test vs NP + NPK	1	1138,0502		6,9354+	4,96	10,04
	NP vs NPK	1	45,6690		0,2783 n.s.	4,96	10,04
	Errore	10	1640,9245	164,0925			

dipendente, con i valori dell'area basimetrica all'inizio dell'anno corrispondente in funzione di covariata.

Mi è sembrato logico ricorrere alla covarianza in quanto, per effetto dei fertilizzanti, la variabilità delle piante distribuite tra le tesi considerate — variabilità che non è risultata significativa (Tab. 3) all'inizio della prova, cominciata quindi in condizioni di sufficiente uniformità — è aumentata significativamente nel corso degli anni consolidando così i presupposti per l'applicazione di detta analisi statistica. Va inoltre precisato che gli effetti dei trattamenti e quelli dei blocchi sono sempre risultati additivi.

Come è noto, l'analisi della covarianza è applicabile quando si dispone, accanto ai valori della variabile in studio (che si indica come variabile dipendente o Y) dei corrispondenti valori di un'altra variabile (variabile indipendente, covariata o X) dalla quale la prima in qualche misura dipende. In altre parole essa è applicabile ove sia possibile determinare una regressione fra due variabili (X e Y) e serve a diminuire l'errore sperimentale e quindi ad aumentare la precisione dell'esperimento.

Come ho già detto, nel caso specifico l'analisi della covarianza è stata condotta sui dati dell'incremento in area basimetrica registrato alla fine della stagione vegetativa quale variabile dipendente, con i corrispondenti valori dell'area basimetrica all'inizio dell'anno in funzione di covariata.

In particolare detta analisi è stata fatta:

a) per l'aggiustamento delle medie degli incrementi annuali in base alle aree basimetriche delle piante all'inizio dell'anno corrispondente;

b) per l'aggiustamento delle medie degli incrementi biennali in base all'area basimetrica delle piante all'inizio del biennio corrispondente (1970-71; 1972-73; 1974-75), in quanto le somministrazioni di fertilizzanti sono state fatte, come si è già detto, all'inizio delle stagioni vegetative 1970, 1972 e 1974;

c) per l'aggiustamento delle medie degli incrementi cumulativi in base all'area basime-

TAB. 6

ANALISI DELLA VARIANZA DEI DATI RELATIVI AGLI INCREMENTI CUMULATIVI IN AREA BASIMETRICA

Anno	Sorgenti di variazione	GL	Devianze	Varianze	F_c	F_t P = 0,05	F_t P = 0,01
1970	Totale	17	6146,7002				
	Blocchi	5	4444,9934	888,9987	24,5815++	3,33	5,64
	Trattamenti	2	1340,0530	670,0265	18,5267++	4,10	7,56
	Test vs NP + NPK	1	862,8906		23,8596++	4,96	10,04
	NP vs NPK	1	477,1624		13,1939++	4,96	10,04
	Errore	10	361,6538	36,1654			
1971	Totale	17	27884,9493				
	Blocchi	5	20467,0133	4093,4027	17,7304++	3,33	5,64
	Trattamenti	2	5109,2415	2554,6208	11,0652++	4,10	7,56
	Test vs NP + NPK	1	3417,7665		14,8039++	4,96	10,04
	NP vs NPK	1	1691,4751		7,3265+	4,96	10,04
	Errore	10	2308,6945	230,8694			
1972	Totale	17	52807,5331				
	Blocchi	5	34047,0620	6809,4124	9,5885++	3,33	5,64
	Trattamenti	2	11658,7964	5829,3982	8,2085++	4,10	7,56
	Test vs NP + NPK	1	8284,3370		11,6653++	4,96	10,04
	NP vs NPK	1	3374,4594		4,7516 n.s.	4,96	10,04
	Errore	10	7101,6747	710,1675			
1973	Totale	17	50470,6870				
	Blocchi	5	30952,6818	6190,5364	8,5894++	3,33	5,64
	Trattamenti	2	12310,8484	6155,4242	8,5407++	4,10	7,56
	Test vs NP + NPK	1	9720,6782		13,4872++	4,96	10,04
	NP vs NPK	1	2590,1702		3,5939 n.s.	4,96	10,04
	Errore	10	7207,1568	720,7157			
1974	Totale	17	49904,7434				
	Blocchi	5	26532,0220	5306,4044	7,0846++	3,33	5,64
	Trattamenti	2	15882,6304	7941,3152	10,6024++	4,10	7,56
	Test vs NP + NPK	1	13076,3037		17,4581++	4,96	10,04
	NP vs NPK	1	2806,3267		3,7467 n.s.	4,96	10,04
	Errore	10	7490,0911	749,0091			
1975	Totale	17	50165,1318				
	Blocchi	5	21088,8341	4217,7668	5,1175+	3,33	5,64
	Trattamenti	2	20834,4615	10417,2308	12,6395++	4,10	7,56
	Test vs NP + NPK	1	17510,7878		21,2462++	4,96	10,04
	NP vs NPK	1	3323,6737		4,0327 n.s.	4,96	10,04
	Errore	10	8241,8362	824,1836			

trica all'inizio della prova in quanto, a tale epoca, le piante si trovavano all'inizio del secondo anno di vegetazione e quindi avevano già superato la fase critica del trapianto.

Dopo aver effettuato l'analisi della covarianza e l'aggiustamento delle Y per le variazioni in X, si è proceduto al calcolo — applicando la formula approssimata di Finney — dell'errore standard delle differenze tra le medie aggiustate ed ai confronti delle differenze tra le medie aggiustate con il test di Duncan (Tab. 10).

TAB. 7

ANALISI DELLA COVARIANZA PER L'AGGIUSTAMENTO DELLE MEDIE DEGLI INCREMENTI ANNUALI

Anno	Fonte	GL	SOMME DI PRODOTTI PER xx	xy	yy	GL	Y AGGIUSTATE PER LE X Devianze	Varianze	F	Stima di precisione relativa %
1970	Totale	17	360,8193	1157,6134	6146,7002					
	Blocchi	5	303,4652	988.3603	4444,9934					
	Trattamenti	2	15,1335	102,2759	1340,0530					
	Errore	10	42,2205	66,9772	361,6538	9	255,4034	28,3782		
	Tratt. + Errore	12	57,3541	169,2531	1701,7068	11	1202,2370			
	Tratt. aggiust.					2	946,8337	473,4168	16,68	108,07
1971	Totale	17	8822,5820	7816,3303	8569,2749					
	Blocchi	5	6725,1563	6074,2049	6064,5560					
	Trattamenti	2	1559,5384	1367,8179	1217,8875					
	Errore	10	537,8873	374,3075	1286,8314	9	1026,3566	114,0396		
	Tratt. + Errore	12	2097,4257	1742,1254	2504,7189	11	1057,7066			
	Tratt. aggiust.					2	31,3501	15,6750	0,14	46,06
1972	Totale	17	33024,5174	9499,2006	7428,9604					
	Blocchi	5	24938,1221	6039,2208	2407,8004					
	Trattamenti	2	5513,0616	3187,7991	1972,2833					
	Errore	10	2573,3337	272,1807	3048,8766	9	3020,0881	335,5653		
	Tratt. + Errore	12	8086,3953	3459,9798	5021,1599	11	3540,7153			
	Tratt. aggiust.					2	520,6272	260,3136	0,78	43,87
1973	Totale	17	59451,8790	—1820,7169	1397,8361					
	Blocchi	5	39424,3641	—1847,1407	841,7726					
	Trattamenti	2	13860,9432	309,3295	109,3368					
	Errore	10	6166,5717	— 282,9057	446,7267	9	433,7477	48,1942		
	Tratt. + Errore	12	20027,5149	26,4238	556,0635	11	556,0286			
	Tratt. aggiust.					2	122,2809	61,1405	1,27	43,64
1974	Totale	17	57208,2813	— 803,0287	1094,5960					
	Blocchi	5	36571,8553	—2476,5456	506,3696					
	Trattamenti	2	14588,9390	1810,8203	252,6571					
	Errore	10	6047,4869	— 137,3034	335,5693	9	332,4519	36,9391		
	Tratt. + Errore	12	20636,4259	1673,5169	588,2263	11	452,5120			
	Tratt. aggiust.					2	120,0601	60,0301	1,63	41,18
1975	Totale	17	56696,8199	—1126,9419	2342,7360					
	Blocchi	5	32125,1338	—3315,2770	1012,9332					
	Trattamenti	2	18463,2367	2484,6881	345,0305					
	Errore	10	6108,4494	— 296,3530	984,7723	9	970,3947	107,8216		
	Tratt. + Errore	12	24571,6861	2188,3351	1329,8029	11	1134,9115			
	Tratt. aggiust.					2	164,5168	82,2584	0,76	36,37

ANALISI DELLA COVARIANZA PER L'AGGIUSTAMENTO DELLE MEDIE DEGLI INCREMENTI BIENNALI — TAB. 8

Biennio	Fonte	GL	SOMME DI PRODOTTI PER xx	xy	yy	GL	Y AGGIUSTATE PER LE X Devianze	Varianze	F	Stima di precisione relativa %
1970-71	Totale	17	360,8193	2389,3492	27884,9493					
	Blocchi	5	303,4652	2083,7854	20467,0133					
	Trattamenti	2	15,1335	194,5402	5109,2415					
	Errore	10	42,2205	111,0235	2308,6945	9	2016,7458	224,0829		
	Tratt. + Errore	12	57,3541	305,5638	7417,9360	11	5789,9919			
	Tratt. aggiust.					2	3773,2461	1886,6231	8,42	87,37
1972-73	Totale	17	33024,5174	7431,4628	9326,8427					
	Blocchi	5	24938,1221	4076,1411	3478,9235					
	Trattamenti	2	5513,0616	3312,5436	2460,4114					
	Errore	10	2573,3337	42,7781	3387,5077	9	3386,7966	376,3107		
	Tratt. + Errore	12	8086,3953	3355,3217	5847,9191	11	4455,6816			
	Tratt. aggiust.					2	1068,8850	534,4425	1,42	43,46
1974-75	Totale	17	57208,2813	—2790,6858	5158,7624					
	Blocchi	5	36571,8553	—6199,2305	2334,1187					
	Trattamenti	2	14588,9390	4002,4926	1183,7192					
	Errore	10	6047,4869	— 593,9479	1640,9245	9	1582,5905	175,8434		
	Tratt. + Errore	12	20636,4259	3408,5448	2824,6437	11	2261,6501			
	Tratt. aggiust.					2	679,0595	339,5298	1,93	42,30

Da tali confronti si può dedurre quanto segue:

I) Incrementi annuali (Tab. 7):

a) rispetto al test, l'apporto di NP ha sortito esito positivo ma le differenze tra le medie sono risultate significative soltanto per il 1970;

b) l'apporto di NPK ha avuto esito positivo soltanto per il 1970 sia rispetto al test sia rispetto alla tesi con NP.

II) Incrementi biennali (Tab. 8):

a) rispetto al test, la concimazione azoto-fostatica non è mai risultata significativa;

b) la concimazione completa (NPK) è apparsa efficace nel primo e nel terzo biennio rispetto al testimone ma non ha mai sortito effetti significativi rispetto alla concimazione azoto-fosfatica;

III) Incrementi cumulativi (Tab. 9):

a) rispetto al test, la concimazione con NP è apparsa significativamente efficace soltanto nel 1970;

b) la concimazione completa è risultata sempre efficace rispetto al testimone mentre, rispetto all'apporto di NP, ha avuto effetti significativi soltanto nel 1970.

L'aumento di precisione dovuto alla covarianza, per gli incrementi annuali rilevati nel 1970 e per quelli cumulativi relativi al 1972 e al 1973, è risultato rispettivamente del 108,07 per cento, del 106,28 % e del 103,07 %. Ciò significa che 100 replicazioni con covarianza sono efficaci quanto, ad esempio, 108,07 senza, secondo un rapporto di 1 : 1,08. Per le tre situazioni indicate, peraltro, le informazioni dedotte dall'analisi della covarianza non divergono sostanzialmente da quelle fornite dall'analisi della varianza ma ne rappresentano la conferma. In tutti gli altri casi non vi è stato aumento di precisione dovuto alla covarianza ed, inoltre, i coefficienti di regressione 'b' sono risultati troppo bassi per giustificarne la sua applicazione per cui si ritengono valide le conclusioni dedotte tramite l'analisi della varianza e di cui si è già detto.

Elementi di maggior interesse sono stati invece forniti dall'esame dei dati ottenuti dal rapporto tra l'incremento annuale in area ba-

ANALISI DELLA COVARIANZA PER L'AGGIUSTAMENTO DELLE MEDIE DEGLI INCREMENTI BIENNALI

TAB. 8

Biennio	Fonte	GL	SOMME DI PRODOTTI PER xx	xy	yy	GL	Y AGGIUSTATE PER LE X Devianze	Varianze	F	Stima di precisione relativa %
1970-71	Totale	17	360,8193	2389,3492	27884,9493					
	Blocchi	5	303,4652	2083,7854	20467,0133					
	Trattamenti	2	15,1335	194,5402	5109,2415					
	Errore	10	42,2205	111,0235	2308,6945	9	2016,7458	224,0829		
	Tratt. + Errore	12	57,3541	305,5638	7417,9360	11	5789,9919			
	Tratt. aggiust.					2	3773,2461	1886,6231	8,42	87,37
1972-73	Totale	17	33024,5174	7431,4628	9326,8427					
	Blocchi	5	24938,1221	4076,1411	3478,9235					
	Trattamenti	2	5513,0616	3312,5436	2460,4114					
	Errore	10	2573,3337	42,7781	3387,5077	9	3386,7966	376,3107		
	Tratt. + Errore	12	8086,3953	3355,3217	5847,9191	11	4455,6816			
	Tratt. aggiust.					2	1068,8850	534,4425	1,42	43,46
1974-75	Totale	17	57208,2813	—2790,6858	5158,7624					
	Blocchi	5	36571,8553	—6199,2305	2334,1187					
	Trattamenti	2	14588,9390	4002,4926	1183,7192					
	Errore	10	6047,4869	— 593,9479	1640,9245	9	1582,5905	175,8434		
	Tratt. + Errore	12	20636,4259	3408,5448	2824,6437	11	2261,6501			
	Tratt. aggiust.					2	679,0595	339,5298	1,93	42,30

TAB. 9

ANALISI DELLA COVARIANZA PER L'AGGIUSTAMENTO DELLE MEDIE DEGLI INCREMENTI CUMULATIVI

Periodo	Fonte	GL	SOMME DI PRODOTTI PER xx	xy	yy	GL	Y AGGIUSTATE PER LE X Devianze	Varianze	F	Stima di precisione relativa %
1970	Totale	17	360,8193	1157,6134	6146,7002					
	Blocchi	5	303,4652	988,3603	4444,9934					
	Trattamenti	2	15,1335	102,2759	1340,0530					
	Errore	10	42,2205	66,9772	361,6538	9	255,4034	28,3782		
	Tratt. + Errore	12	57,3541	169,2531	1701,7068	11	1202,2370			
	Tratt. aggiust.					2	946,8337	473,4168	16,68	108,07
dal 1970 al 1971	Totale	17	360,8193	2389,3492	27884,9493					
	Blocchi	5	303,4652	2083,7854	20467,0133					
	Trattamenti	2	15,1335	194,5402	5109,2415					
	Errore	10	42,2205	111,0235	2308,6945	9	2016,7458	224,0829		
	Tratt. + Errore	12	57,3541	305,5638	7417,9360	11	5789,9919			
	Tratt. aggiust.					2	3773,2461	1886,6231	8,42	87,37
dal 1970 al 1972	Totale	17	360,8193	3362,6696	52807,5331					
	Blocchi	5	303,4652	2791,8791	34047,0620					
	Trattamenti	2	15,1335	280,0681	11658,7964					
	Errore	10	42,2205	290,7224	7101,6747	9	5099,8162	566,6462		
	Tratt. + Errore	12	57,3541	570,7905	18760,4711	11	13079,9366			
	Tratt. aggiust.					2	7980,1204	3990,0602	7,04	106,28
dal 1970 al 1973	Totale	17	360,8193	3312,9797	50470,5825					
	Blocchi	5	303,4652	2774,7830	30952,5747					
	Trattamenti	2	15,1335	257,1843	12310,7862					
	Errore	10	42,2205	281,0123	7207,2215	9	5336,8530	592,9837		
	Tratt. + Errore	12	57,3541	538,1967	19518,0077	11	14467,7006			
	Tratt. aggiust.					2	9130,8477	4565,4238	7,70	103,07
dal 1970 al 1974	Totale	17	360,8193	3210,2809	49904,7434					
	Blocchi	5	303,4652	2665,4330	26532,0220					
	Trattamenti	2	15,1335	275,0506	15882,6304					
	Errore	10	42,2205	269,7973	7490,0911	9	5766,0341	640,6705		
	Tratt. + Errore	12	57,3541	544,8479	23372,7214	11	18196,8152			
	Tratt. aggiust.					2	12430,7811	6215,3906	9,70	99,14
dal 1970 al 1975	Totale	17	360,8193	2916,9948	50165,1318					
	Blocchi	5	303,4652	2463,8458	21088,8341					
	Trattamenti	2	15,1335	304,2710	20834,4615					
	Errore	10	42,2205	148,8780	8241,8362	9	7716,8624	857,4292		
	Tratt. + Errore	12	57,3541	453,1490	29076,2977	11	25496,0103			
	Tratt. aggiust.					2	17779,1478	8889,5739	10,37	81,51

simetrica e l'area basimetrica media delle piante all'inizio dell'anno corrispondente. Tali dati, rappresentati nelle curve della Fig. 2 — costruite mettendo in ascissa l'età delle piante espressa in anni dalla messa a dimora — sono stati interpolati con un polinomio di 2° grado che presentava un adattamento ritenuto buono ($R^2 = 0,85$).

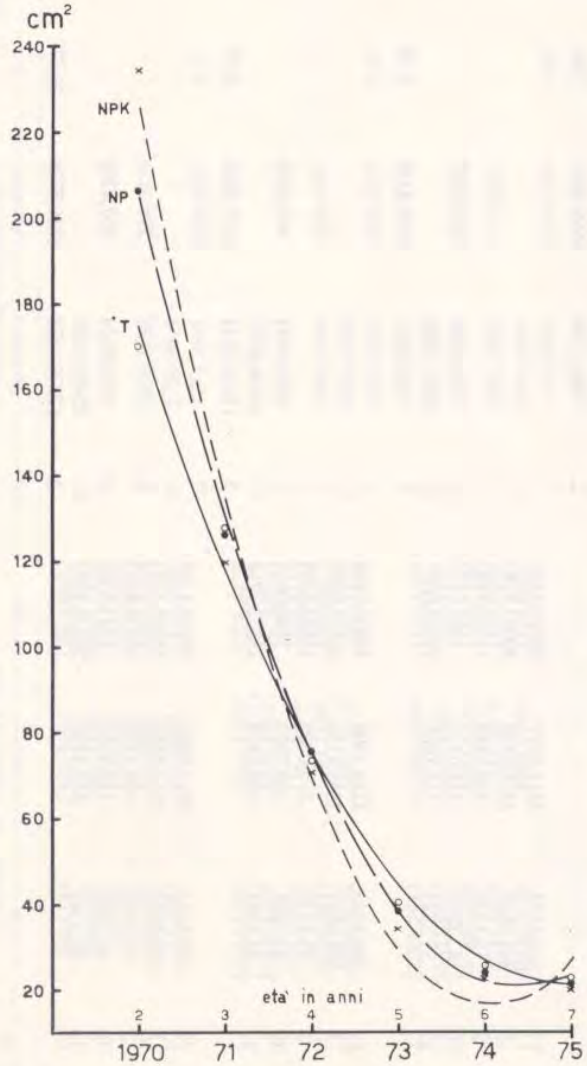

Fig. 2 – Variazioni nel tempo del ritmo di accrescimento in funzione della concimazione. In ordinata i valori degli incrementi percentuali fatto uguale a 100 l'accrescimento totale raggiunto nell'anno precedente.

I parametri delle curve sono i seguenti:

T = testimone: 325,3318; —87,8041; 6,3267;

NP = concimazione azoto-fosfatica: 450,9860; —112,2424; 9,5631;

NPK = concimazione azoto-fosfo-potassica: 484,3894; —154,9743; 12,8105.

Esaminando le curve nel loro insieme si vede che le piante sono normalmente cresciute secondo un 'tasso' di incremento annuale (calcolato, come si è già detto, sulla base dell'area basimetrica all'inizio dell'anno corrispondente) fortemente decrescente nel tempo passando, infatti, da circa il 200 % del 2° anno al 22 % del 7° anno. Ovviamente, però, in senso assoluto, l'accrescimento cumulativo ha seguito un andamento decisamente crescente (cfr. Fig. 1).

Quello che è interessante rilevare dalla Fig. 2 è il diverso andamento delle curve relative ai vari trattamenti. Rispetto alle piante del testimone, quelle concimate sono cresciute secondo un 'tasso' risultato in un primo tempo più elevato e successivamente più basso. Le differenze sono risultate significative rispettivamente nel 1970 e nel 1973 (Tab. 11).

Il fenomeno non è di facile e sicura interpretazione. Si potrebbe pensare che l'interramento dei concimi, effettuato ad una profondità non superiore a cm 18-20, abbia stimolato le radici a svilupparsi superficialmente rendendole, nel contempo, meno efficienti in caso di siccità. Questa ipotesi troverebbe conferma nel fatto che nel 1973, in cui le precipitazioni sono state più scarse nel periodo primaverile-estivo, le piante concimate hanno avuto un 'tasso' di incremento significativamente più basso di quelle del testimone mentre nel 1975, caratterizzato nello stesso periodo da piogge più copiose, il ritmo di crescita è risultato più o meno uguale in tutte le tesi (Fig. 2).

E' evidente che la nutrizione minerale non può essere dissociata dall'alimentazione idrica e che l'efficacia dei concimi aumenta con lo stato di umidità del terreno.

Dai dati sperimentali (Cfr. Fig. 2 e Tab. 2) risulta che la concimazione ha accelerato il ritmo di crescita delle piante soltanto per il 1970. Ciò induce a pensare che la fertilizzazione minerale acceleri il 'tasso' di incremento ma che la durata dell'accelerazione sia li-

AREA BASIMETRICA MEDIA PER PIANTA, INCREMENTO IN AREA BASIMETRICA E RELATIVI PARAMETRI STATISTICI

TAB. 10

Periodo	Tesi	Area basimetrica		Incremento in area basimetrica			
		Media	Scostamento dalla media	Aggiustamento	Medie osservate	Medie aggiustate	Errore standard
		All'inizio dell'anno			Incremento annuale		
1970	Test	27,7017	— 0,2089	— 0,3314	47,2283 (*)	47,5597a (**)	2,1815
	NP	26,9067	— 1,0039	— 1,5925	55,6100	57,2025b	2,3253
	NPK	29,1233	1,2128	1,9239	68,2217	66,2978c	2,3913
1971	Test	74,9317	— 9,9994	— 6,9585	95,7767	102,7351a	6,3408
	NP	82,5167	— 2,4144	— 1,6802	104,7533	106,4335a	4,4992
	NPK	97,3450	12,4139	8,6386	115,8867	107,2480a	7,1888
1972	Test	170,7083	—19,6950	— 2,0831	125,7617	127,8448a	10,3203
	NP	187,2700	— 3,1333	— 0,3314	141,3867	141,7181a	7,5630
	NPK	213,2317	22,8283	2,4145	151,1800	148,7655a	11,1303
1973	Test	296,4700	—33,3761	1,5312	121,4400	119,9988a	4,0913
	NP	328,6567	— 1,1894	0,0546	127,3050	127,2504a	2,8361
	NPK	364,4117	34,5656	— 1,5858	123,1333	124,7191a	4,1677
1974	Test	417,9100	—35,8956	0,8150	104,8600	104,0450a	3,7452
	NP	455,9617	2,1561	— 0,0490	112,1383	112,1873a	2,4869
	NPK	487,5450	33,7394	— 0,7660	113,3400	114,1060a	3,6207
1975	Test	522,7700	—41,1483	1,9963	118,3717	116,3753a	6,9179
	NP	568,1000	4,1817	— 0,2029	126,0100	126,2129a	4,2654
	NPK	600,8850	36,9667	— 1,7934	128,7100	130,5034a	6,4878
	All'inizio del biennio				Incremento biennale		
1970-71	Test	27,7017	— 0,2039	— 0,5493	143,0050	143,5543a	6,1301
	NP	26,9067	— 1,0039	— 2,6398	160,3633	163,0032ab	6,5342
	NPK	29,1233	1,2128	3,1891	184,1083	180,9192b	6,7196
1972-73	Test	170,7083	—19,6950	— 0,3274	247,1950	247,5224a	10,9289
	NP	187,2700	— 3,1333	— 0,0521	268,6917	268,7438a	8,0096
	NPK	213,2317	22,8283	0,3795	274,3300	273,9505a	11,7867
1974-75	Test	417,9100	—35,8956	3,5254	223,2317	219,7062a	8,1715
	NP	455,9617	2,1561	— 0,2118	238,1493	238,3601ab	5,4261
	NPK	487,5450	33,7394	— 3,3137	242,0500	245,3637b	7,8998
	All'inizio della prova				Incremento cumulativo		
1970	Test	27,7017	— 0,2089	— 0,3314	47,2283	47,5597a	2,1815
	NP	26,9067	— 1,0039	— 1,5925	55,6100	57,2055b	2,3253
	NPK	29,1233	1,2128	1,9239	68,2217	66,2978c	2,3913
Dal 1970 al 1971	Test	27,7017	— 0,2089	— 0,5493	143,0050	143,5543a	6,1301
	NP	26,9067	— 1,0039	— 2,6398	160,3633	163,0032ab	6,5342
	NPK	29,1233	1,2128	3,1891	184,1083	180,9192b	6,7196
Dal 1970 al 1972	Test	27,7017	— 0,2089	— 1,4384	273,0100	274,4484a	9,7482
	NP	26,9067	— 1,0039	— 6,9126	301,7500	308,6626b	10,3907
	NPK	29,1233	1,2128	8,3510	335,2883	326,9374b	10,6856
Dal 1970 al 1973	Test	27,7017	— 0,2089	— 1,3903	394,4500	395,8403a	9,9721
	NP	26,9067	— 1,0039	— 6,6817	429,0557	435,7367b	10,6294
	NPK	29,1233	1,2128	8,0720	458,4383	450,3663b	10,9311
Dal 1970 al 1974	Test	27,7017	— 0,2089	— 1,3348	499,3100	500,6448a	10,3654
	NP	26,9067	— 1,0039	— 6,4150	541,1933	547,6084b	11,0486
	NPK	29,1233	1,2128	7,7499	571,7783	564,0284b	11,3621
Dal 1970 al 1975	Test	27,7017	— 0,2089	— 0,7366	617,6817	618,4183a	11,9913
	NP	26,9067	— 1,0039	— 3,5399	667,2033	670,7432b	12,7817
	NPK	29,1233	1,2128	4,2765	700,4883	696,2118b	13,1444

(*) Per la significanza della differenza tra le medie vedi confronti ortogonali nelle Tabelle 4, 5 e 6.

(**) I valori contrassegnati con lettere diverse presentano differenze significative per P = 0,05 secondo il test di Duncan.

TAB 11

ANALISI DELLA VARIANZA DEI DATI RELATIVI AGLI INCREMENTI PERCENTUALI

Anno	Sorgenti di variazione	GL	Devianze	Varianze	F_c	F_t P = 0,05	F_t P = 0,01
1970	Totale	17	36110,8653				
	Blocchi	5	20769,8215	4153,9643	14,83++	3,33	5,64
	Trattamenti	2	12540,9071	6270,4536	22,39++	4,10	7,56
	Test vs NP + NPK	1	9492,9686		33,90++	4,96	10,04
	NP vs NPK	1	3047,9385		10,89++	4,96	10,04
	Errore	10	2800,1366	280,0137			
1971	Totale	17	4616,3415				
	Blocchi	5	1486,0595	297,2119	1,17 n.s.	3,33	5,64
	Trattamenti	2	583,4877	291,7439	1,15 n.s.	4,10	7,56
	Test vs NP + NPK	1	167,2202		0,66 n.s.	4,96	10,04
	NP vs NPK	1	416,2675		1,63 n.s.	4,96	10,04
	Errore	10	2546,7943	254,6794			
1972	Totale	17	3285,8794				
	Blocchi	5	2168,9676	433,7935	4,35+	3,33	5,64
	Trattamenti	2	119,4542	59,7271	0,60 n.s.	4,10	7,56
	Test vs NP + NPK	1	5,1661		0,05 n.s.	4,96	10,04
	NP vs NPK	1	114,2882		1,15 n.s.	4,96	10,04
	Errore	10	997,4576	99,7458			
1973	Totale	17	1194,0646				
	Blocchi	5	813,0318	162,6064	9,63++	3,33	5,64
	Trattamenti	2	212,2475	106,1237	6,29+	4,10	7,56
	Test vs NP + NPK	1	121,0950		7,17+	4,96	10,04
	NP vs NPK	1	91,1525		5,40+	4,96	10,04
	Errore	10	168,7853	16,8785			
1974	Totale	17	267,6692				
	Blocchi	5	213,7841	42,7568	11,20++	3,33	5,64
	Trattamenti	2	15,7366	7,8683	2,06 n.s.	4,10	7,56
	Test vs NP + NPK	1	9,1817		2,41 n.s.	4,96	10,04
	NP vs NPK	1	6,5549		1,72 n.s.	4,96	10,04
	Errore	10	38,1485	3,8148			
1975	Totale	17	216,7560				
	Blocchi	5	148,1340	29,6268	4,83+	3,33	5,64
	Trattamenti	2	7,2689	3,6345	0,59 n.s.	4,10	7,56
	Test vs NP + NPK	1	5,5401		0,90 n.s.	4,96	10,04
	NP vs NPK	1	1,7288		0,28 n.s.	4,96	10,04
	Errore	10	61,3531	6,1353			

mitata a periodi relativamente brevissimi. D'altra parte se le differenze nel ritmo di accrescimento riscontrato tra le tesi si fosse sempre mantenuto sui livelli registrati per il 1970, nel corso degli anni si sarebbero accumulate delle differenze enormi nella produzione totale. Peraltro non si può nemmeno affermare che la tendenza al maggior rallentamento del ritmo di crescita delle piante concimate porti, a lungo andare, all'annullamento dei vantaggi quantitativi conseguiti nei primi anni in quanto, in senso assoluto, le differenze rispetto al

TAB. 12

ALTEZZA MEDIA PER PIANTA RILEVATA A FINE NOVEMBRE 1975

TESI	Altezza in m totale	cormometrica
Testimone	26,12	18,72
NP	26,84	19,36
NPK	27,47	20,02
Media generale	26,81	19,36

N.B. — Per la significanza delle differenze tra le medie vedi confronti ortogonali nella Tab. 13.

Poiché la concimazione ha avuto esito positivo sia sull'area basimetrica sia sull'altezza degli alberi, se ne deduce che la sua efficacia dovrebbe risultare ancora più evidente sugli incrementi in volume che non sono stati calcolati per la difficoltà di ottenere su piante in piedi, dalle prime due variabili, dati volumetrici esenti da errori sistematici. Di conseguenza, la compilazione del bilancio economico, per valutare la convenienza della concimazione, viene rimandata all'abbattimento delle piante in occasione del quale verranno rilevati ulteriori elementi necessari a tale scopo.

TAB. 13

ANALISI DELLA VARIANZA DEI DATI RELATIVI ALL'ALTEZZA TOTALE E CORMOMETRICA RILEVATI ALLA FINE DELLA STAGIONE VEGETATIVA 1975

Sorgenti di variazione	GL	Devianze	Varianze	F_c	F_t P = 0,05	F_t P = 0,01
Altezza cormometrica						
Totale	17	15,9086				
Blocchi	5	7,5621	1,5124	4,5988+	3,33	5,64
Trattamenti	2	5,0578	2,5289	7,6896++	4,10	7,56
Test vs NP + NPK	1	3,7378		11,3654++	4,96	10,04
NP vs NPK	1	1,3200		4,0138 n.s.	4,96	10,04
Errore	10	3,2887	0,3289			
Altezza totale						
Totale	17	25,2442				
Blocchi	5	12,0614	2,4123	3,1137 n.s.	3,33	5,64
Trattamenti	2	5,4355	2,7177	3,5080 n.s.	4,10	7,56
Test vs NP + NPK	1	4,2573		5,4952+	4,96	10,04
NP vs NPK	1	1,1781		1,5207 n.s.	4,96	10,04
Errore	10	7,7473	0,7747			

test sono andate ugualmente aumentando. Ciò risulta dal fatto che le piante concimate, a cominciare dal 1971, non hanno mai avuto incrementi in area basimetrica inferiori a quelli delle piante testimone (Cfr. Fig. 1).

Interessanti risultano anche i dati (Tab. 12) relativi all'altezza delle piante, suddivisa in totale e cormometrica (fino a ∅ di cm 10), rilevati alla fine della stagione vegetativa 1975 dai quali appare che la concimazione ha sortito effetto positivo statisticamente significativo (Tab. 13).

BIBLIOGRAFIA

DE PHILIPPIS A., 1937 - *Classificazione ed indici del clima, in rapporto alla vegetazione italiana.* Nuovo G. Bot. ital. XLIV.

DUNCAN D. B., 1955 - *Multiple range and multiple F tests.* Biometrics, 11 (3).

FRISON G., 1973 - *Mineral fertilizing of poplar on deep, alluvial, sandy soil.* FAO/IUFRO, Paris.

PEARCE S. C., 1953 - *Field experimentation with fruit trees and other perennial plants.* Commonwealth Agricultural Bureaux, Tech. Comm. N. 23.

STEEL R. G. D. and TORRIE J. H., 1960 - *Principles and Procedures of Statistics* - Mc Graw-Hill Book Co., New York.

RIASSUNTO

Con la presente ricerca, iniziata nella primavera 1970 e tuttora in corso, ci si è proposti di studiare l'effetto della concimazione azoto-fosfatica e azoto-fosfo-potassica sull'accrescimento del pioppo in una piantagione di media densità (m 6 × 5). Il pioppeto, che all'inizio della prova si trovava al secondo anno dalla messa a dimora, è stato effettuato su terreno ex agrario risultato modestamente dotato in elementi nutritivi.

La concimazione è stata fatta ogni due anni (nel 1970, 1972 e 1974) apportando ogni volta 160 kg/ha di N_2, 200 kg/ha di P_2O_5 e 300 kg/ha di K_2O.

L'accrescimento delle piante è stato valutato sulla base dell'area basimetrica, ottenuta dalla circonferenza rilevata a m 1,30 dal suolo alla fine di ogni stagione vegetativa, nonché dell'altezza, distinta in totale e cormometrica, misurata soltanto alla fine del 1975. Sono stati calcolati anche gli incrementi in area basimetrica sia annuali, sia biennali che cumulativi. I dati raccolti sono stati elaborati mediante l'analisi della varianza. L'elaborazione statistica è stata ulteriormente approfondita mediante l'analisi della covarianza e della regressione polinomiale. Poiché, però, l'aumento di precisione dovuto alla covarianza è risultato piuttosto scarso, si ritengono valide le informazioni dedotte tramite l'analisi della varianza.

Tale analisi ha consentito di appurare che l'accrescimento delle piante è stato esaltato in maniera altamente significativa dalla concimazione. L'esame degli incrementi annuali ha inoltre precisato che, rispetto al testimone, la concimazione ha sortito esito altamente significativo nel 1970, significativo nel 1971, 1972 e 1974 e non significativo nel 1973 e 1975. La concimazione cioè è risultata sempre efficace nell'anno di apporto dei fertilizzanti ed ha manifestato un effetto residuo nell'anno successivo soltanto in occasione della prima somministrazione. L'aggiunta del potassio alla formula contenente azoto e fosforo ha avuto esito statisticamente positivo soltanto in occasione della prima applicazione.

Elementi di notevole interesse sono stati forniti dai dati ottenuti dal rapporto (moltiplicato per 100) tra l'incremento annuale in area basimetrica e l'area basimetrica media corrispondente. I dati sono stati interpolati con un polinomio di 5° grado che presentava un adattamento ritenuto buono al secondo. Dall'analisi della varianza di tali dati è emerso che, rispetto alle piante del testimone, quelle concimate sono cresciute secondo un 'tasso' di incremento risultato significativamente più elevato nel 1970 e più basso nel 1973. Nell'interpretazione del fenomeno viene suggerita l'ipotesi che l'interramento poco profondo (cm 20) del concime abbia stimolato le radici a svilupparsi più superficialmente rendendole, nel contempo, meno efficienti in caso di siccità, come risulterebbe dal più basso 'tasso' di incremento verificatosi nell'annata 1973, caratterizzata da più scarse precipitazioni nel periodo primaverile-estivo.

La concimazione ha aumentato il 'tasso' di crescita delle piante soltanto per il 1970. Questo dato induce a pensare che la fertilizzazione minerale acceleri il ritmo di incremento ma che la durata dell'accelerazione sia limitata a periodi relativamente molto brevi. In senso assoluto, comunque, l'accrescimento cumulativo risulta sempre superiore nelle piante concimate che in quelle del test.

La concimazione ha sortito effetti positivi, statisticamente significativi, anche sull'altezza degli alberi, in particolare su quella cormometrica.

La compilazione del bilancio economico per valutare la convenienza della concimazione viene rimandata all'abbattimento delle piante in occasione del quale verranno raccolti ulteriori elementi necessari a tale scopo.

RESUME

Le but de cette recherche, commencée au printemps 1970 et pas encore terminée, a été l'étude de l'effet de la fertilisation avec NP et NPK sur l'accroissement du peuplier dans une plantation de densité moyenne (m 6 × 5). La peupleraie qui, au début de l'essai commençait la deuxième année, a été réalisée sur un terrain ex-agraire médiocrement doué d'éléments nutritifs.

Les engrais ont été employés tous les deux ans (en 1970, 1972, 1974), apportant chaque fois 160 kg/ha de N_2, 200 kg/ha de P_2O_5 et 300 kg/ha de K_2O.

On a évalué l'accroissement des plantes selon la surface terrière, obtenue de la circonférence relevée à 1,30 m du sol à la fin de chaque saison végétative et de la hauteur, qu'on a différenciée en hauteur totale et hauteur du bois fort, mesurée seulement à la fin de 1975. On a aussi calculé l'augmentation en surface terrière soit annuelle, soit biennale ou bien cumulative, Les données recueillies ont été élaborées à l'aide de l'analyse de variance. L'élaboration statistique a été ultérieurement approfondie à l'aide de l'analyse de la covariance et de la regression. Mais, l'augmentation de précision due à la covariance résultant plutôt insuffisante, on considère comme valables les indications déduites à l'aide de l'analyse de variance.

Cette analyse a permis de vérifier que les engrais ont donné un apport significatif à l'accroissement des plantes. L'examen des accroissements annuels a en outre déterminé qu'en comparaison avec le témoin les engrais ont donné un résultat hautement significatif en 1970, significatif en 1971, 1972, 1973 et non significatif en 1973 et 1975. Il en est resulté que les engrais ont été toujours efficaces au cours de l'année d'emploi des fertilisants et qu'ils ont montré un effet résiduel pendant l'année successive seulement à l'occasion de la première application. L'addition de potasse à la fumure avec de l'azote et du phosphate n'a eu un résultat significativement positif qu'à l'occasion de la première application.

Des éléments d'un intérêt considérable ont été fournis par des données tirées du rapport (multiplié par 100) entre l'accroissement annuel en surface terrière et la surface terrière moyenne correspondante. Les données ont été interpolées avec un polynôme de 5ème degré, qui montrait une adaptation considérée comme bonne au second degré. A la suite de l'analyse de variance de ces données il en résulte qu'en comparaison avec les plantes témoins les plantes fertilisées ont crû selon un 'taux' d'augmentation qui a été beaucoup plus élevé en 1970 et plus bas en 1973. Dans l'interprétation du phénomène on suggère l'hypothèse que

l'enfouissement peu profond (20 cm) de l'engrais a poussé les racines à se développer plus superficiellement en les rendant, au même temps, moins efficaces au cas de sécheresse, comme il en résulterait du 'taux' d'augmentation plus bas qui se vérifia au cours de l'année 1973, caractérisée par des précipitations moins abondantes dans la période printemps-été. L'emploi des engrais a augmenté le 'taux' d'accroissement des plantes seulement pour 1970. Cette donnée fait penser que la fertilisation minérale accélère le rythme de croissance mais la durée de l'accélération se borne à des périodes relativement courtes. Dans un sens absolu, tout de même, l'accroissement cumulatif résulte toujours supérieur dans les plantes fertilisée que dans celles du témoin.

L'emploi des engrais a donné des effets significativement positifs, même sur la hauteur des arbres, en particulier sur la hauteur du bois fort. Un bilan économique pour calculer la rentabilité de l'emploi des engrais sera dressé à l'abattage des plantes où l'on pourra recueillir d'autres éléments nécessaires à ce but.

SUMMARY

With this research, begun in the spring of 1970 and still continuing, we are studying the effect of nitrogen-phosphate and nitrogen-phosphate-potassium fertilizers on the growth of poplars in a plantation of average density (6 m × 5 m). The poplar plantation which at the beginning of the experiment was in its second year was established in land previously cultivated with agricultural crops and the soil was found to be modest in nutrient elements.

Fertilizing was carried out every two years (in 1970, 1972 and 1974) each time at 160 kg/ha of N_2, 200 kg/ha of P_2O_5 and 300 kg/ha of K_2O.

The growth of the trees has been estimated according to basal area obtained from girth measured 1.30 m above ground level at the end of each vegetative season, and also according to height distinguished as total and utilizable (till 10 cm in diameter), measured only at the end of 1975. Growth in basal area, annual, biennial and cumulative, has also been calculated. The data observed have been elaborated by means of the analysis of variance. Statistical elaboration has been furthered by analysis of covariance and polynomial regression. Since, however, the increase in precision due to the covariance has proved to be somewhat unsatisfactory, information deduced from analysis of variance has been considered valid.

This analysis shows that the growth of the trees has been influenced in a significantly positive way by the use of fertilizers. The study of the annual increases has, moreover, shown that, in comparison with the control, the fertilizing produced highly significant results in 1970, significant ones in 1971, 1972 and 1974 and insignificant ones in 1973 and 1975. The fertilizing, that is to say, has always shown itself to be effective in the year of treatment with these fertilizers and has a residual effect in the year following only on the occasion of the first application. The addition of potassium to the dressing of nitrogen and phosphate has had a statistically positive effect in increasing the basal area only on the occasion of the first applications.

Elements of noteworthy interest have been supplied by the data obtained from the ratio (multiplied by 100) between the annual increase in basal area and the corresponding mean basal area. From the analysis of variance of these data it has emerged that, in comparison with the trees of the control, those fertilized grew according a 'rate' of growth significantly higher in 1970 and lower in 1973. In the interpretation of this phenomenon it is suggested that the shallow incorporation (20 cm) of the fertilizer stimulated the roots to develop more superficially rendering them, at same time, less efficient in case of drought, as seems to result from the lower 'rate' of growth verified in the year 1973, characterized by scarcer rainfall during the spring-summer period.

The fertilizing has increased the 'rate' of growth of the trees only for 1970. This datum leads one to think that mineral fertilization accelerates rhythm of growth but that the duration of the acceleration is limited to relatively very short period. In an absolute sense, however, the cumulative growth always proves to be superior in fertilized trees than in those of the control.

The fertilizing has given positive results, statistically significant, also with regard to the height of the trees, especially utilizable.

The compilation of the economic balance for evaluating the profitability of fertilizing will be made at the time of the felling of the trees when further necessary information will be gathered to that end.

ZUSAMMENFASSUNG

Mit dieser im Frühling 1970 begonnenen Untersuchung, die noch im Gange ist, erforschen wir den Einfluss der Stickstoff-Phosphat-Dünger und der Stickstoff-Phosphat-Kalium-Dünger auf das Wachstum der Pappeln eines Bestandes mittlerer Dichte (6×5 m). Der Bestand, der am Anfang der Versuche im zweiten Jahr nach Kulturbegründung war, ist auf einer früher landwirtschaftlich benutzten Fläche angelegt worden und der Boden wurde ziemlich nährstoffarm befunden.

Die Düngung wurde jedes zweite Jahr durchgeführt (in 1970, 1972 und 1974); jedes Mal wurden folgende Mengen verabreicht: 160 kg N_2/ha, 200 kg P_2O_5/ha und 300 kg K_2O/ha.

Die Zuwachsschätzung der Bäume wurde nach der Brusthöhenkreisfläche, gemessen am Ende jeder Vegetationszeit, und auch nach der Höhe, bzw. Scheitelhöhe und Derbholzhöhe (bis zum Durchmesser von 10 cm) nur am Ende von 1975 gemessen, durchgeführt. Man berechnete auch den jährlichen, zwei jährlichen und gesamten Kreisflächenzuwachs. Die beobachteten Daten wurden mit Hilfe der Varianzanalyse verarbeitet. Die statistische Datenverarbeitung wurde durch die Kovarianzanalyse und die polynomische Regression gefördert. Da aber die Genauigkeitsverbesserung, die man mit Hilfe der Kovarianz erhielt, sich etwas unzulänglich erwies, betrachtete man die mit der Varianzanalyse ermittelten Informationen als gültig.

Diese Analyse zeigt, dass die Verabreichung von

Düngern einen gesicherten positiven Einfluss auf das Wachstum der Bäume ausübte. Ferner zeigte die Überprüfung der jährlichen Zuwachsleistungen, dass, im Vergleich mit den Bäumen der Kontrollfläche, die Düngung in 1970 hochsignifikante, in 1971, 1972 und 1974 signifikante, und in 1973 und 1975 unbedeutende Resultate erbrachte. Es muss darauf hingewiesen werden, dass die Düngung mit diesen Kunstdüngern immer im Jahr der Zuführung ihre Wirkung zeigte und, dass eine Nachwirkung im darauffolgenden Jahr nur nach der ersten Verabreichung einsetzte. Die Zugabe von Kalium zu der Stickstoff- und Phosphatdüngung hatte einen statistisch positiven Einfluss auf den Kreisflächenzuwachs nur nach der ersten Verabreichung.

Interessante Informationen lieferten die Daten, die man vom Verhältnis (multipliziert mit 100) zwischen dem jährlichen Kreisflächenzuwachs und der entsprechenden Durchschnittskreisfläche ermittelte. Aus der Varianzanalyse dieser Daten ging hervor, dass im Vergleich zu den ungedüngten Bäumen der Kontrollfläche, die gedüngten Bäume mit einem Zuwachsprozent wuchsen, der in 1970 signifikant höher und in 1973 bedeutend niedriger war. In der Ausdeutung dieses Phänomens nimmt der Verfasser an, dass die oberflächliche Einbringung (20 cm) des Düngers die Wurzeln zu einer mehr flachstreichenden Entwicklung anregte und so ihre Dürrefestigkeit beeinträchtigte, wie aus dem niedrigeren Zuwachsprozent, der in 1973 (ein Jahr mit einer niederschlagsärmeren Frühling-Sommer Periode) verzeichnet wurde, hervorgeht.

Nur in 1970 steigerte die Düngung den Zuwachsprozent der Bäume. Aus dieser Angabe kann man schliessen, dass die Mineraldüngung eine Wuchsbeschleunigung bewirkt; die Dauer dieser Zuwachssteigerung ist aber auf einen verhaltnismässig sehr kurzen Zeitraum beschränkt. Der Gesamtzuwachs ist immerhin bei den gedüngten Bäumen höher als bei denen der Kontrollfläche.

Die Düngung hatte auch auf die Höhe der Bäume, besonders die Derdholzhöhe eine statistisch positive Einwirkung.

Die Erfolgsrechnung zur Einschätzung der Wirtschaftlichkeit der Düngung wird man zur Einschlagszeit der Bäume machen, wenn die weiteren zu diesem Zweck notwendigen Angaben vorliegen werden.

(Trad. O. F.)