

ESIGENZE NUTRIZIONALI E CONCIMAZIONE DEL NOCCIOLO

NUTRIENT REQUIREMENTS AND MINERAL FERTILIZATION OF HAZELNUT

Roversi A.

Istituto di Fruttivitticoltura, Università Cattolica S.C., Piacenza

Riassunto

Le esigenze nutrizionali e la concimazione del nocciolo vengono affrontate attraverso l'esame di dati sperimentali tratti dalla bibliografia italiana con illustrazione e commento di numerosi dati inediti sull'argomento.

Dapprima si esaminano i pochi dati sperimentali relativi alle asportazioni in macro e microelementi per noccioli di Tonda Gentile delle Langhe. Viene quindi esposta comparativamente la composizione di terreni di alcune zone corilicole italiane per evidenziare quali disponibilità di elementi minerali essi possano offrire a fronte delle esigenze nutrizionali della specie. Relativamente alla tematica della diagnostica fogliare vengono riportati i risultati analitici di noccioli delle Langhe, della Liguria, del Viterbese e della Sicilia. Sono quindi brevemente sintetizzati i principali risultati di almeno una ventina di prove sperimentali sulla concimazione del nocciolo condotte in diversi ambienti corilicoli italiani. Infine, si propone un possibile metodo di calcolo per determinare la quantità di elementi da somministrare annualmente al nocciolo.

Abstract

The examination of experimental data from literature and of numerous unpublished data from the Author is made to establish the nutrient requirements and the mineral fertilization of hazelnut in Italy.

First of all the few experimental data on the removal of macro and micronutrients amounts are examined. A comparison of the chemical soil composition of many Italian soils, where hazelnut is a traditional cultivation, is also carried to evidence their mineral supply. The mineral composition of leaves of many orchards of Langhe (Piedmont), Liguria, Viterbese (Lazio) and Sicily are then reported. The main results obtained in Italy during at least twenty field experiments on mineral fertilization are briefly discussed. To determine the amounts of annual NPK fertilization a possible method is applied and advanced.

Introduzione

In linea del tutto teorica, la concimazione delle specie arboree da frutto, sembrerebbe potersi ricondurre alla *restituzione* delle quantità di elementi

che la coltura estrae annualmente dal suolo, onde assicurarle la nutrizione minerale per l'anno seguente ed il mantenimento di un certo livello di fertilità nel suolo.

Tali quantità asportate, tuttavia, andrebbero aumentate -così come ci insegna la chimica del suolo- per compensare quella quota che insolubilizzazione, dilavamento e perdite varie rendono indisponibile per la nutrizione della pianta.

Quella che sembra una semplice serie di addizioni di quantità di elementi minerali asportati o resi indisponibili, in realtà risulta piuttosto problematica. Infatti alcuni degli addendi sono poco noti od addirittura sconosciuti (es: asportazioni), altri di assai difficoltosa determinazione (quota fissata nelle strutture permanenti della pianta), altri ancora poco studiati (insolubilizzazione, dilavamenti, perdite, ecc) e quasi mai generalizzabili. Se poi volessimo, oltre alle *quantità* di elementi, determinare anche sotto quale *forma* ed in che *epoca* somministrarli, tutta la faccenda diventa maledettamente complicata e rischia di sfuggirci di mano.

Anche le prove di concimazione che sembrerebbero poter offrire qualche indicazione al riguardo sono poche, generalmente di breve durata e difficilmente estensibili ad ambienti diversi da quelli in cui sono state svolte.

Tutto ciò premesso cerchiamo comunque, tentativamente, di avvicinarci per approssimazioni successive a qualche spiraglio di soluzione.

Metodiche di studio e loro risultati

Asportazioni di elementi

La determinazione della quantità di elementi minerali che una specie da frutto *consuma* (o meglio *utilizza*) annualmente per produrre una certa quantità di frutti dovrebbe essere il primo passo nello studio delle esigenze nutrizionali di tale specie. Come già delineato in un precedente lavoro [32], allo scopo andranno distinte e considerate:

- la quantità totale *estratta* dal suolo da parte della coltura. Ovviamente non comprende la quota fissata nelle strutture permanenti della pianta, poiché non determinabile con metodi non distruttivi;
- la quantità *riciclata*, ossia quella che la coltura lascia cadere al suolo (amenti, foglie e cupule) ove verrà rimineralizzata per tornare, quindi, alla coltura in un lasso di tempo che difficilmente è dato a conoscere;
- la quantità che il corilicoltore *asporta*, cioè porta via fisicamente dal nocciolo (frutti e legno di potatura).

Tutte queste quantità sono state sperimentalmente determinate [32 e 34] per 2 noccioli delle Langhe tanto per i macro quanto per i microelementi e vengono qui di lato (cfr. Tab.1) riproposte.

ELEMENTI		Età corileto:	
		10 anni	28 anni
Azoto	Kg	27.5	31.1
Fosforo	"	3.1	3.8
Potassio	"	14.6	16.2
Calcio	"	18.0	18.6
Magnesio	"	3.9	4.9
Ferro	g	122	142
Manganese	"	36	48
Rame	"	21	24
Zinco	"	41	48
Boro	"	53	60

Tab. 1: quantità di elementi minerali che la coltura *estrae* annualmente dal suolo per ogni tonnellata di nocciole prodotte.
Tab. 1: amounts of mineral elements extracted yearly from the soil to obtain a ton of nuts.

Il calcolo delle quantità unitarie asportate annualmente per la produzione di una tonnellata di frutti conduce ai dati di Tab.2 relativi ai solo macroelementi.

Produzioni Elementi	Carpentieri (1904)	Roversi (1999)	
N	10.1	15.8	17.0
P	3.2	2.2	2.7
K	5.6	5.7	5.3
Ca	9.0	6.9	7.2
Mg	—	2.5	3.0

Tab. 2: quantità di elementi (Kg/ha) che il corileto *asporta* annualmente dal nocciolo per ogni tonnellata di nocciole prodotte.
Tab. 2: amounts of mineral elements (Kg/ Ha) removed yearly from the orchard to obtain a ton of nuts.

Disponibilità di elementi nel suolo

La conoscenza della composizione minerale dei terreni che ospitano una specie da frutto è un pre-requisito indispensabile per lo studio della nutrizione minerale di tale specie. Relativamente al nocciolo disponiamo di reperti analitici del terreno di alcune tipiche zone corilicole italiane. Gli stessi riassunti in Tab.3 evidenziano come il nocciolo possa ben crescere e produrre in zone corilicole caratterizzate da condizioni pedologiche le più differenziate.

Si va, infatti, dai terreni pesanti e calcarei delle Langhe a quelli acidi e di medio impasto della Liguria e del Viterbese. Occorre, ovviamente, osservare che se l'analisi del suolo è indispensabile non è tuttavia l'unico indice che ci consenta di valutare le necessità nutrizionali della coltura; ci permette soltanto di valutare se il terreno che ospita il nostro nocciolo sia più o meno fertile e cioè più o meno ricco di sostanza organica e di elementi minerali.

Riguardo alla prima appare come ne siano particolarmente poveri i terreni delle Langhe e del Viterbese e, all'opposto, molto ricchi quelli liguri. Per i macroelementi appaiono ricchi quelli delle Langhe e soprattutto per il K quelli vulcanici dell'Avellinese e del Viterbese.

Parametri	Albese (20)	Avellinese (7)	Liguria (8)	Viterbese (22)
Sabbia	48.85 ± 8.74	67.63 ± 4.89	34.88 ± 13.04	52.45 ± 9.53
Limo	29.25 ± 8.46	27.12 ± 7.94	47.37 ± 7.19	22.14 ± 5.25
Argilla	21.9 ± 6.06	5.25 ± 3.30	17.75 ± 6.34	24.95 ± 6.23
pH	7.81 ± 0.29	7.35 ± 0.17	5.90 ± 0.39	5.58 ± 0.69
CaCO ₃ totale	12.60 ± 9.23	6.01 ± 4.64	0.20 ± 0.33	assente
CaCO ₃ attivo	5.37 ± 6.22	3.6 ---	0.09 ± 0.13	"
Sost. organica	1.66 ± 1.25	3.69 ± 1.48	3.41 ± 2.25	2.36 ± 0.77
N totale	0.78 ± 0.77	1.29 ± 0.77	2.11 ± 1.05	0.28 ± 0.53
P ₂ O ₅ ass.	34.55 ± 33.57	24.32 ± 14.73	9.12 ± 6.42	17.46 ± 12.71
K ₂ O scamb.	114.00 ± 50.31	249.75 ± 109.89	79.20 ± 37.82	676.69 ± 317.45
Ca	3772.60 ± 1550.43	---	914.00 ± 569.82	1427.46 ± 686.85
Mg	166.10 ± 102.85	---	125.12 ± 62.20	195.70 ± 111.55
Na scamb.	30.27 ± 22.57	---	21.17 ± 4.64	44.55 ± 23.99
Fe ass.	26.15 ± 9.76	---	187.89 ± 73.18	70.13 ± 108.41
Mn	365.65 ± 358.79	---	258.17 ± 93.00	28.01 ± 51.33
Cu	21.12 ± 23.21	---	3.37 ± 2.20	5.35 ± 8.86
Zn	45.01 ± 46.40	---	1.20 ± 0.62	2.90 ± 5.29
B sol.	1.60 ± 0.36	---	0.24 ± 0.10	0.34 ± 0.05

Tab. 3: risultati analitici per terreni di alcune zone corilicole italiane.

Tab. 3: analytical data of the soil of some Italian hazelnut districts.

Di microelementi sono particolarmente ricchi i terreni acidi, così come ci si poteva attendere. Senza spendere molte parole sul positivo ruolo della sostanza organica, viene presentato (cfr. Tab.4) il contenuto in elementi assimilabili di suoli delle Langhe e del Viterbese in funzione del loro livello di sostanza organica.

Parametri	Langhe		Viterbese	
	fino al 2 %	oltre il 2 %	fino al 2 %	oltre il 2 %
Sabbia	58.39 ± 11.70	47.58 ± 9.18	58.5 ± 12.73	49.00 ± 4.91
Limo	19.82 ± 8.24	28.12 ± 9.16	17.25 ± 3.99	24.93 ± 3.58
Argilla	21.78 ± 5.40	24.16 ± 7.30	24.25 ± 9.84	25.36 ± 3.18
pH	7.87 ± .63	7.43 ± .70	5.59 ± .80	5.58 ± .66
CaCO ₃ totale	12.68 ± 11.22	15.72 ± 12.03	assente	assente
CaCO ₃ attivo	4.71 ± 5.87	8.25 ± 5.68	"	"
Sost. organica	1.42 ± .40	3.22 ± 1.26	1.66 ± .33	2.76 ± .66
N totale	0.85 ± .22	1.79 ± .65	0.078 ± .02	0.26 ± .43
P ₂ O ₅ ass.	41.96 ± 29.84	69.50 ± 52.16	13.51 ± 8.01	19.72 ± 14.54
K ₂ O scamb.	354.00 ± 38.50	243.05 ± 13.01	567.01 ±	739.36 ± 283.67
Ca	3707.44 ± 1500.51	4033.25 ± 1963.00	1012.81 ±	1664.40 ± 687.35
Mg	14.98 ± 6.03	20.83 ± 6.90	141.89 ± 65.53	226.44 ± 122.43
Na	32.75 ± 22.95	24.07 ± 23.60	41.26 ± 22.30	46.43 ± 25.52
Fe ass.	403.71 ± 243.71	449.10 ± 239.47	67.40 ± 97.33	71.69 ± 117.82
Mn	280.75 ± 138.87	243.20 ± 94.23	32.71 ± 68.28	25.33 ± 41.52
Cu	4.05 ± 2.26	7.35 ± .43	2.51 ± 1.69	6.97 ± 10.84
Zn	3.16 ± 1.43	5.81 ± 5.92	3.06 ± 5.44	2.81 ± 5.41
B sol.	1.54 ± .38	1.75 ± .25	0.31 ± .03	0.36 ± .04

Tab. 4: composizione di terreni a corileto delle Langhe e del Viterbese in funzione del loro contenuto in sostanza organica.

Tab. 4: analytical data of the soil of Langhe and Viterbese as related to their organic matter contents.

Distribuzione e funzionalità degli apparati radicali

Così come ampiamente illustrato in un precedente lavoro [33], le conoscenze sulla distribuzione e sulla funzionalità dell'apparato radicale del nocciolo risulterebbero preziose per razionalizzare l'epoca e la modalità di distribuzione dei fertilizzanti. Di fatto si tratterebbe di somministrarli nel periodo di maggiore accrescimento delle radici e nella zona di terreno maggiormente occupata dalle stesse. Le ricerche italiane sull'argomento limitate, purtroppo, ai soli 4 lavori citati in bibliografia, risultano concordi nell'evidenziare sinteticamente come l'apparato radicale del nocciolo si distribuisca piuttosto superficialmente [9, 16 e 21] concentrandosi non oltre i 50 cm di profondità del suolo e si espanda ben oltre la proiezione della chioma, così come evidenziato in Fig.1.

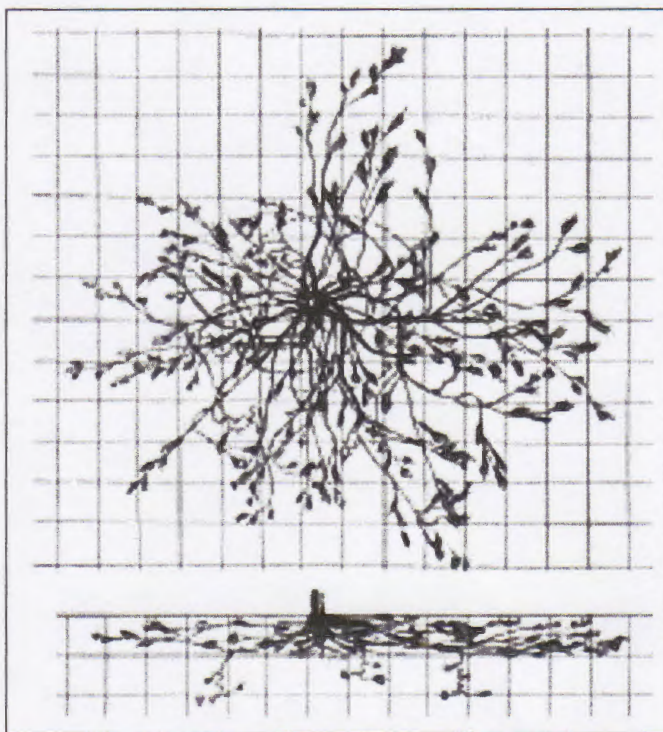


Fig. 1: aspetto dell'apparato radicale di una pianta monocaule di Gentile Romana di 12-13 anni di età (da: Jacoboni e Cartechini, 1964).

Fig. 1: rooting system of a tree trained as "monocaul" of 12-13 years old.

Il suo sviluppo stagionale, evidenziato dalla Fig.2, rielaborata su dati originali di Bergamini (1967), presenta – a differenza di tutte le altre specie da frutto – un picco di accrescimento autunnale, poco prima dell'inizio della caduta delle foglie, ben maggiore del picco primaverile che segue di poco l'inizio dell'accrescimento dei germogli.

Di tutto ciò, ovviamente, dovrà essere tenuto conto nella gestione nel suolo e nella distribuzione dei concimi.

In particolare giustificerebbe la minore efficienza della somministrazione localizzata di concimi attorno al ceppo rispetto a quella estesa a tutta la superficie dell'interfilare [19], la preferenza dell'inerbimento del suolo rispetto alla sua lavorazione [40] nonché la somministrazione autunnale rispetto a quella primaverile [17].

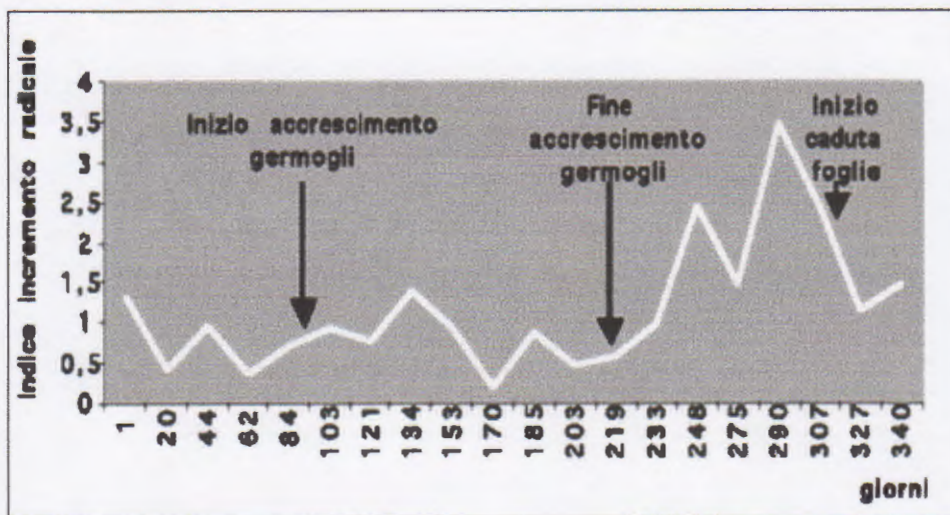


Fig. 2: andamento annuale dello sviluppo delle radici del nocciolo (Elaborazione su dati originali di Bergamini, 1967).

Fig. 2: hazelnut root growing in the year (data elaboration from Bergamini).

Diagnostica fogliare

Un possibile modo per valutare lo status nutritivo delle piante e la risposta delle stesse alla somministrazione dei concimi è l'applicazione della diagnostica fogliare. Così come per le altre specie da frutto, anche per il nocciolo i livelli di elementi minerali nelle foglie vengono largamente influenzati, tra l'altro, dal *genotipo* [7 e 35], dall'*epoca di prelievo* [41 e 7], dall'*età* del nocciolo [32 e 34], dalla sua *carica produttiva* [33], dalla *località* di coltivazione nonché da eventuali *interventi fertilizzanti* [13, 14, 17 e 37]. Dati sperimentali sull'influenza di alcune delle variabili succitate appaiono chiaramente dalla Fig. 3 e dalle Tab. 5, 6 e 7.

Tutto ciò premesso e tenuto anche conto di alcune critiche sollevate al metodo sulla base di reperti sperimentali [31] nonché di alcune difficoltà quali, la determinazione dell'epoca più adatta di prelievo dei campioni [41 e 7] e la mancata correlazione con il contenuto di elementi [30] nel terreno che ospita il nocciolo, la mancata conoscenza dei livelli *critici* od *ottimali* cui fare riferimento, la diagnostica fogliare potrebbe rappresentare un metodo per razionalizzare la fertilizzazione del nocciolo.

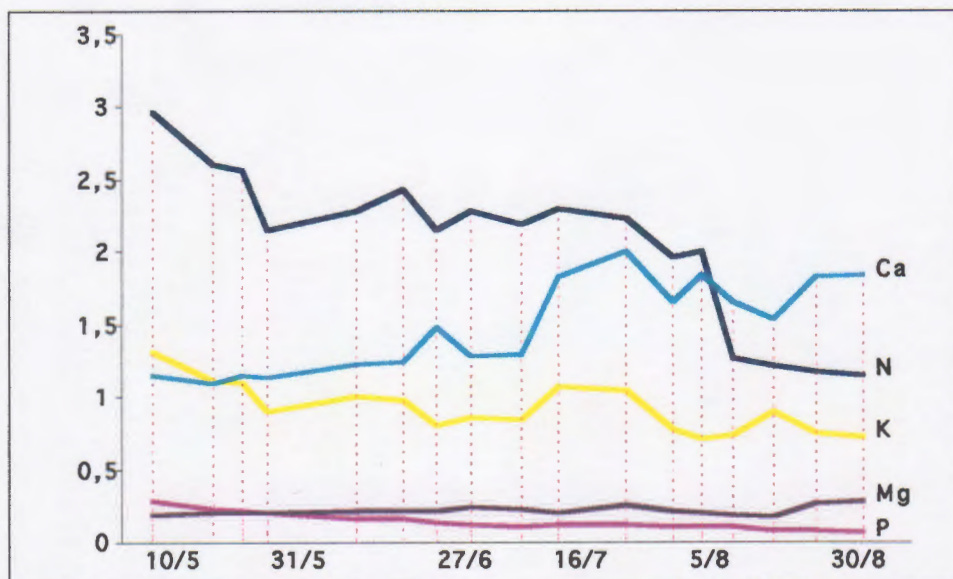


Fig. 3: evoluzione stagionale del contenuto in macroelementi in foglie di Tonda Gentile delle Langhe (Cravanzana, 1997).

Fig. 3: seasonal trend of leaf macronutrient content for Tonda Gentile delle Langhe.

Parametri		Langhe	Viterbese
N	%	1.86 ± 0.43	2.41 ± 0.30
P ₂ O ₅	"	0.10 ± 0.03	0.15 ± 0.03
K ₂ O	"	0.88 ± 0.41	1.06 ± 0.34
Ca	"	2.41 ± 0.55	1.93 ± 0.21
MgO	"	0.32 ± 0.11	0.25 ± 0.03
Fe	ppm	457.60 ± 204.70	203.40 ± 57.86
Mn	"	86.33 ± 65.34	420.00 ± 147.14
Cu	"	19.73 ± 13.23	33.80 ± 25.43
Zn	"	24.80 ± 4.38	27.57 ± 5.13
B	"	43.67 ± 10.82	27.60 ± 2.61

Tab. 5: alcuni risultati della diagnostica fogliare in 2 zone corilicole italiane.

Tab. 5: leaf mineral composition for 2 Italian hazelnut districts.

Località e riferimenti bibliografici			Elementi									
			N (%)	P (%)	K (%)	Ca (%)	Mg (%)	Fe (ppm)	Mn (ppm)	Zn (ppm)	Cu (ppm)	B (ppm)
Langhe	Diano d'Alba	13	2.12	.32	.56	2.09	.19	136	193	23.6	13.4	-
	Dogliani	14	2.81	.32	.65	1.99	.17	250	103	42.4	27.0	-
	Cravanzana	28	2.08	.13	.86	1.90	.25	-	-	-	-	40
		30	2.03	.14	1.01	1.89	.21	-	-	-	-	-
		40	2.45	.21	.82	1.48	.29	176	414	-	-	-
	Lequio Berria	32 e 34	2.09	.12	.86	1.97	.27	125	30	20.6	17.5	34
Altre località	Alessandria	19	2.15	.19	.91	1.62	.44	-	-	-	-	-
	Palermo	7	1.90	.17	.58	1.76	.25	-	-	-	-	-
	Viterbo	37	2.32	.21	1.28	1.90	.68	50	41	99.0	16.0	68
	Curicò (Chile)	20	2.41	.13	.59	1.71	.18	452	655	23.1	2.8	96

Tab. 6: contenuti medi di alcuni elementi in foglie di TGL (rielaborazione su pubblicazioni di Aa. vari).

Tab. 6: average leaf mineral composition for TGL (data elaboration from many Authors).

Elementi	Pollizzi Generosa (PA)				Valle Fontanabuona (GE)			
	Carrello	Tonda Gentile Langhe	Tonda Romana	S.Maria di Gesù	Catainetto	Dall'orto	Del rosso	Nocello
N %	2.05	1.98	1.93	1.85	2.49	2.15	2.42	2.37
P "	0.14	0.17	0.13	0.14	0.18	0.14	0.16	0.21
K "	0.48	0.73	0.51	0.59	1.09	0.63	0.88	1.58
Ca "	1.90	1.53	1.72	1.79	1.04	0.92	1.18	1.26
Mg "	0.28	0.24	0.24	0.27	0.26	0.25	0.30	0.31
Fe ppm	-	-	-	-	163.7	163.8	162.3	208.1
Mn "	-	-	-	-	1530.8	1243.0	1415.4	2160.0
Cu "	-	-	-	-	10.6	7.6	8.9	8.0
Zn "	-	-	-	-	25.7	20.3	25.0	33.0
B "	-	-	-	-	23.7	14.8	22.9	20.8

Tab.7: composizione minerale delle foglie di nocciolo in funzione del genotipo.

Tab. 7: leaf mineral composition as influenced by genotype.

Non potendo, tuttavia, utilizzare per l'ambiente italiano i classici livelli del Chapman, del Reuter e del Westwood, riportati in Tab.8, una sperimentazione collegiale sull'argomento estesa alle principali zone corilicole nazionali potrebbe certamente offrire nuove ed utilissime indicazioni a riguardo:

AUTORI	PAINTER & HAMMER (optimum supply)	MOLNE DOMINGO (contentidos normales)	WESTWOOD (normal level)
ELEMENTI			
N %	2.4	2.50	2.2
P "	0.15	0.18	0.7
K "	0.9	0.95	0.12
Ca "	0.4	1.10	1.0
Mg "	0.24	1.20	0.24
S "	0.22	0.20	-
Fe ppm	410	180	50
Mn "	405	250	25
Cu "	10	40	4
Zn "	34	13	18
B "	27	-	35

Tab.8: livelli di macro e microelementi nelle foglie di nocciolo secondo alcuni Aa stranieri.

Tab. 8: reference levels of leaf mineral composition suggested by some foreign Authors.

Prove di concimazione

Anche se le tecniche sperimentali per indagare o per validare l'effetto di una certa formula di concimazione sono lunghe, difficili, costose e quasi mai esaustive, un possibile modo per migliorare le nostre conoscenze sulla nutrizione minerale del nocciolo è dato proprio da sperimentazioni all'uopo condotte. La bibliografia italiana sull'argomento comprende vari contributi dai quali, pur con le cautele del caso, potrebbero trarsi interessanti indicazioni.

Ad iniziare dal classico lavoro di Jannaccone (1937) sulla possibilità di ridurre l'aborto seminale del nocciolo con somministrazioni biennali di Fosfato biammonico e di Solfato potassico, la letteratura italiana offre circa una ventina di lavori sperimentali sulla concimazione del nocciolo. Tale bibliografia ha consentito di evidenziare, tra l'altro, il positivo effetto della somministrazione singola dei vari elementi e di quello, ancor maggiore, della loro somministrazione combinata [11, 12 e 18] sulla produzione del nocciolo e su talune caratteristiche tecnologiche delle nocciole.

Altri risultati di rilievo concernono l'effetto positivo, sulla produzione del nocciolo, della concimazione organica da sola [17] od abbinata ai concimi minerali [17 e 37], l'effetto della diversa epoca di somministrazione dei concimi [17], della diversa tecnica della loro somministrazione [19], nonché la convenienza economica ad effettuare le concimazioni minerali ad anni alterni [15]. La produzione del nocciolo risulta positivamente influenzata da quelle stesse concimazioni che ne determinano un maggiore sviluppo vegetativo [12], ma gli effetti positivi sulla produzione iniziano a manifestarsi significativamente solo dopo 3-4 o più anni dall'inizio delle prove [11, 12 e 37] ed altrettanto dicasi per lo sviluppo vegetativo delle piante [14].

A riguardo del ritardo del nocciolo nel reagire alle concimazioni andranno certamente ricordati gli eclatanti risultati di una prova di concimazione minerale condotta nel cuneese su un nocciolo di Tonda Gentile delle Langhe a partire dalla seconda foglia e proseguita per 9 anni. Da tale ricerca, infatti, non è emersa [14] alcuna chiara influenza positiva degli elementi somministrati, in confronto al testimone, anche se l'analisi del suolo ne indicava una scarsa disponibilità in fosforo e in potassio. Poiché le foglie di nocciolo mostrano [8] una notevole capacità di assorbimento del P, ci si aspetterebbero notevoli vantaggi della concimazione fogliare.

Indagini sperimentali al riguardo, infatti, evidenziano un positivo effetto della concimazione fogliare sull'accrescimento vegetativo e sulla produzione [42], sull'allegagione e sulla riduzione delle nucole vuote [24], nonché un significativo incremento [6] della differenziazione delle gemme a fiore.

In generale comunque gli incrementi produttivi ottenuti con gli elementi somministrati per via fogliare risultano [18] inferiori a quelli ottenuti con i classici concimi somministrati al suolo ed in qualche caso [24] del tutto inefficaci.

In definitiva le ricerche sperimentali sin qui citate, vuoi per la diversa impostazione metodologica, vuoi per i diversi obiettivi che ciascun ricercato-

re si proponeva, vuoi per la loro breve durata e per la loro localizzazione in ambienti pedoclimatici assai diversi, pur prestandosi ad interessanti considerazioni di carattere generale ed offrendo spunti applicativi, sembrerebbero rivestire una certa validità solo per i genotipi e per le località in cui vennero condotte.

Inerbimento

Parlando di concimazione andrà doverosamente ricordata la possibile influenza della gestione del suolo ed in particolare dell'inerbimento sulla nutrizione minerale del nocciolo. Secondo Strabbioli et Al. (1999) l'inerbimento artificiale con erba medica di noccioli nei Monti Cimini, parrebbe deprimere lo sviluppo di piante giovani (di 2 anni), ma non mostra alcun effetto negativo su quelle di 25 anni.

Ricerche quinquennali condotte in Alta Langa, ponevano a confronto [40] il mantenimento del suolo del nocciolo con l'inerbimento controllato, con il diserbo o con la lavorazione del suolo. I risultati hanno evidenziato come l'inerbimento, pur avendo determinato un'arricchimento di sostanza organica nel terreno, riduca significativamente la produzione del nocciolo, mentre la qualità dei frutti non ne verrebbe influenzata dipendendo piuttosto dalla carica produttiva e dall'andamento climatico. Inoltre il diverso tipo di conduzione del suolo non mostra particolari influenze sui risultati della diagnostica fogliare.

Tentativi di calcolo

Per la determinazione delle quantità di elementi da somministrare annualmente al frutteto è stata *adottata* la formula proposta dallo Szucs (1996), *adattata* e riscritta come segue:

$$Q_s = [P * A * (L_o/L_r)^2] * [1 + (\sum C_1...C_n)^2]$$

Q_s	=	Quantità di unità fertilizzanti da somministrare/Ha/anno.
P	=	Produzione in t/Ha.
A	=	Asportazioni totali (frutti + legno di potatura) per 1 t di nocciolo.
L_o	=	Livello ottimale dell'elemento nelle foglie.
L_r	=	Livello dell'elemento riscontrato nelle foglie.
C₁...C_n	=	Coefficienti correttivi che tengono conto della quantità di elementi nel suolo e di alcune altre sue caratteristiche.

L'equazione comprende 2 fattori dei quali il primo riguarda la *pianta* ed il secondo concerne il *terreno*. Relativamente al primo fattore sarà necessario conoscere: a) la produzione per ettaro; b) gli elementi consumati per ottenere tale produzione; c) il livello ottimale di ciascun elemento nelle foglie (desunto dalla bibliografia); d) il contenuto fogliare degli elementi stessi (determinato analiticamente).

Relativamente al secondo fattore, che si riferisce alla composizione del suolo, andranno calcolati gli opportuni coefficienti correttivi ($C_1 \dots C_n$) con i parametri analitici che essi considerano per ciascun elemento, così come qui di seguito indicato.

Per l'**azoto**: il contenuto in sostanza organica e quello in argilla, la quota rilasciata dall'humus, quella percolata, quella "fissata" nelle argille e quella dispersa nell'aria, nonché il valore del pH.

Per il **fosforo**: il pH, il contenuto in argilla, la quota solubile presente nel suolo, quelle "fissate" nei suoli acidi e nelle argille, nonché il tenore in carbonati.

Per il **potassio**: il contenuto in argilla, la quota solubile presente nel suolo, quella "fissata" nelle argille e quella percolata nei terreni sabbio-limosi.

Da quanto riportato appare immediatamente come alcuni dei dati richiesti dalla formula ed in particolare le asportazioni unitarie dei macroelementi e i livelli ottimali degli stessi nelle foglie, siano piuttosto rari e quasi mai disponibili per molti fruttiferi.

Tuttavia disponendo dei risultati dell'analisi del suolo e della diagnostica fogliare [32 e 33] di un nocciolo di TGL, sito a Lequio Berria, di 28 anni di età e con una produzione di circa 2 t/ha si è tentata l'applicazione dell'algoritmo di Szucs. Sulla scorta di numerosi indagini, pubblicate o no, sulla diagnostica fogliare del nocciolo nelle Langhe, come contenuti fogliari *ottimali* sono stati utilizzati il 2,5% per l'azoto, lo 0,15% per il fosforo e l'1% per il potassio. I relativi calcoli hanno fornito le quantità di elementi da somministrare annualmente che figurano in Tab. 9.

Nella medesima tabella appaiono anche i quantitativi da somministrare al nocciolo supponendo che i contenuti, separatamente per il suolo e per le foglie, siano inferiori del 30% a quelli realmente riscontrati nel nocciolo di Lequio Berria (ed utilizzati per calcolare i dati della prima colonna di Tab.9). Appare chiaramente come un minor quantitativo di elementi nel suolo non faccia variare sostanzialmente le quantità richieste di fosforo e potassio e di poco quelle di azoto; mentre, al contrario, una diminuzione del 30% dei contenuti minerali delle foglie richiede un'assai maggiore restituzione di elementi particolarmente per l'azoto.

Quest'ultima considerazione ed un appropriato impiego della formula di Szucs fornirebbero un ulteriore valido supporto all'impiego della diagnostica fogliare.

Elementi	Lequio Berria	suolo	foglie
N	85.7	95.3	124.5
P ₂ O ₅	22.0	25.7	33.7
K ₂ O	24.5	25.0	32.0

Tab.9: unità fertilizzanti (Kg/Ha/anno) da somministrare ad un nocciolo di TLG con una produzione di 2 t/Ha e simulazione per contenuti di elementi nel suolo e nelle foglie inferiori del 30% rispetto ai valori utilizzati per ottenere i dati della prima colonna.

Tab. 9: NPK fertilization (kg/Ha/year) to apply to an orchard of TGL when produces 2 tons and when the soil and leaf composition is 30% lesser than those used for the Szucs' formula.

Considerazioni conclusive

Concludendo e volendo riassumere lo *stato dell'arte* si può certamente affermare che, fra gli strumenti che la ricerca e la sperimentazione offrono per cercare possibili soluzioni alle problematiche della nutrizione minerale del nocciolo, le prove sperimentali hanno avuto larga diffusione in passato, ma si limitano a sole 3 pubblicazioni nell'ultimo quarto di secolo. Tuttavia, come si può dedurre dalla loro sintetica presentazione queste prove sperimentali, oltre che datate, risultano frammentarie, discontinue, di breve durata e, spesso, con risultati di validità limitata all'ambiente in cui vennero svolte per cui richiederebbero di venir validati da ulteriori verifiche sperimentali.

Relativamente alla diagnostica fogliare, la bibliografia, che pur offre una notevole quantità di dati sperimentali al riguardo, nulla dice circa i *livelli ottimali* di elementi cui riferirsi, quando la si voglia adottare per le nostre colture e per i nostri ambienti. Le conoscenze sulle asportazioni minerali in macro e microelementi del nocciolo possono contare solo su rari contributi dei quali uno risalente a quasi un secolo (!) or sono, ed altri due assai più recenti di cui uno limitato, però, al solo azoto [2].

Restano da validare sperimentalmente, infine, i quantitativi di elementi da somministrare annualmente al nocciolo ottenuti con l'inedita applicazione della formula di Szucs.

Ancora una volta, quindi, andrà sottolineato e riconfermato quanto esposto in un precedente lavoro [33] ossia che: "sarà quanto mai utile e altamente auspicabile che la ricerca italiana, supportata da adeguati finanziamenti al pari di quanto avvenuto ed avviene per altre specie a più diffusa coltivazione (ad esempio melo, pero e pesco), rivolga attenzione anche a questa specie ingiustamente negletta".

Bibliografia

Bergamini A., 1967. *Osservazioni sull'attività delle radici del nocciolo*, Riv. Ortoflorofrutt. It., 92, LI, n°(4), pp.321-327.

Bignami C., Cammilli C., Sallusti L., Bizzarri S., 2002. *Asportazioni di azoto del nocciolo, cv Tonda Gentile Romana*, Atti: "2° Convegno Nazionale sul Nocciolo", Giffoni Valle Piana, 5 ottobre, (in stampa).

Bottini E., 1969. *Sulle cause dei deperimenti e delle morie di alcune piantagioni fruttifere*, "Istituto Sperimentale per la Nutrizione delle Piante", Roma, pp.3-11.

Carpentieri F., 1904. *Contributo allo studio della statica chimico-agraria del nocciolo*, Giorn. Vitic. Enol., Avellino, 12, 246-254.

Carpentieri F., 1906. *Il nocciolo*, Casale Monferrato. Tip. Lit. C. Cassone.

Cartechini A., Proietti A., Tombesi A., 1987. *The influence of girdling and nitrogen supply on flower formation in hazel nut (Corylus avellana L.)*, Ann. Fac. Agr. Univ. Perugia, Vol. XLI, pp. 839-844.

Crescimanno F.G., Sottile I., Averna V., Bazan E., 1981. *Ricerche sulla nutrizione minerale del nocciolo (Corylus avellana)*. Tecnica Agricola, XXXIII (6):355-374.

Eynard I., 1962. *Indagini sull'assorbimento del fosforo radioattivo in "corylus avellana" L.*, Atti: "Convegno Internazionale sul Nocciolo", Alba, pp 157-162.

Eynard I., Paglietta R., 1962. *Ricerche sull'apparato radicale del nocciuolo. Primo contributo*, Atti: "Convegno Internazionale sul Nocciolo", Alba, pp 163-172

Eynard I., 1966. *Indagine comparativa sullo sviluppo di giovani noccioli della cv. "Tonda Gentile delle Langhe" in terreni calcarei e calciocarenti*, Atti: "Convegno Nazionale sulla Fertilizzazione del Nocciolo", Avellino, pp.145-150.

Eynard I., 1968. *Risultati d'una prova quinquennale di concimazione azotata al nocciolo*, Atti: "Convegno Nazionale di Studi sul Nocciolo", Viterbo, pp.241-251.

Eynard I., Gay G., Casale L., 1972. *La concimazione minerale del nocciuolo*, "Annali dell'Accademia di Agricoltura di Torino", Torino, vol.114, pp.1-34.

Eynard I., Zanini E., 1972. *Effetti della fertilizzazione con Azoto, Fosforo e Potassio in diversi rapporti, sulla composizione delle foglie di nocciolo cv. "Tonda Gentile delle Langhe"*, "Annali della Facoltà di Scienze Agrarie dell'Università degli Studi di Torino", vol.7, pp.91-108.

Eynard I., Casale L., Zanini E., Gay G., 1976. *Estudio sobre la alimentacion mineral de las plantas juvenes de avellano en Piemonte*, Atti: "I Congreso Internacional de Almendra y Avellana", Reus, pp.129-141.

Fregoni M., Zioni E., 1962. *Un biennio di prove di concimazione del Nocciolo sull'Appennino ligure*. Atti 2° Convegno: "Il Nocciolo per l'Appennino centro-settentrionale". Bologna, 19-20 maggio, pp.71-86.

Fregoni M., Zioni E., 1962. *Contributo allo studio dell'apparato radicale del nocciolo*. Riv. Ortoflorofrutt. It., 46(5), 439-449.

Fregoni M., Zioni E., 1966. *Indagini triennali sulla concimazione organica e minerale frazionata nel periodo di riposo invernale del nocciolo*, Atti: "Convegno Nazionale sulla Fertilizzazione del Nocciolo", Avellino, pp.77-84.

Fregoni M., Picariello L., 1966. *Ricerche quadriennali sulla concimazione di produzione del nocciolo nell'avellinese. Effetti produttivi, tecnologici e biologici di elementi singoli ed associati per via ipogea ed epigea*, Atti: "Convegno Nazionale sulla Fertilizzazione del Nocciolo", Avellino, pp.96-135.

Fregoni M., Zioni E., 1972. *La concimazione al nocciolo "Ricerche sulle modalità di distribuzione dei fertilizzanti"*, "Inf. Agr.", vol.XXVIII, pp. 7652-7653.

Grau P., 2002. *Sobre el diagnostico foliar del Avellano europeo* (Comunicacion personal).

Jacoboni N., Cartechini A., 1964. *Contributo allo studio del sistema radicale del nocciolo nella zona dei Cimini*. Estratto da Ann. Fac. Agraria Univ. Perugia , 19, pp.26.

Jannacone A., 1937. *Ricerche sull'aborto seminale del Nocciuolo in rapporto alla nutrizione*. Atti "Convegno del Nocciuolo". Napoli , 9-10 gennaio 1937-XV, 47-61.

Kestemont P., 1972. *Notes sur la distribution et le cycle biologique annuel de certains éléments (K, Na, Ca, Mg, N et P) dans la strate ligneuse d'une chênaie à boleanx*, Bull. Soc. R. Bot. Belg. 105, 321-331.

Limongelli F. 1980 *Influenza della concimazione sull' allegagione e sull'entità del vuoto nocciuolo*. Atti : " VI Convegno Pomologico " , Caserta, 24 ottobre. pp 345-352.

Mancini G., Moretti F., Palenzona M., 1975. *Gracilacus audriellus Brown: possibile agente del "seccume" del nocciolo "Gentile delle Langhe"*, Redia 56, pp 447-454.

Molne Domingo R., 1976. *Observaciones para una racionalizacion y economia en el abonado de los avellanos*, Atti: "I Congreso Internacional de Almendra y Avellana", Reus, pp.191-210.

Painter J.H., Hammer H.E., 1963. *Effect of differential levels of application of K and B on Barcelona filbert trees in Oregon and Washington*. Nut Grow. Soc. of Oregon and Washington 49, 6-8.

Roversi A., 1976. *Contenido de algunos elementos minerales des los organos aereos del avellano*, Atti: "I Congreso Internacional de Almendra y Avellana", Reus, pp.225-227.

Roversi A., 1976. *Estudios sobre las relaciones entre composicion del suelo, diagnostico foliar y caracteres fisico-quimicas y comerciales de las avellanas*, Atti: "I Congreso Internacional de Almendra y Avellana", Reus, pp.235-247.

Roversi A., 1980. *About some relationships between soil composition and filbert leaf diagnostic*, Atti: "5° Colloquio Internazionale sul Controllo della

2° Convegno Nazionale sul Nocciolo, Giffoni V. P., ottobre 2002

Nutrizione delle Piante Coltivate", Castelfranco Veneto (TV),
pp. 210-212.

Roversi A., Ughini V., Mezzadri G., 1986. *Analisi discriminante dei risultati di diagnostica fogliare nel melo*. Incontro frutticolo: "La fertilizzazione delle piante da frutto", Verona, 21 marzo, pp. 269-283.

Roversi A., 1999. *Indagini sulle asportazioni minerali del nocciolo*. Frutticoltura, 61(11), pp.32-34.

Roversi A., 2001. Concimazione del nocciolo, L'Informatore Agrario, Verona, LVII (49), pp. 61-65.

Roversi A., 2002. *Asportazioni annuali di microelementi della Tonda Gentile delle Langhe*. Atti: "2° Convegno Nazionale sul Nocciolo", Giffoni Valle Piana, 5 ottobre, (in stampa).

Roversi A., Dellepiane S., 2002. *Indagini sulla nutrizione minerale del nocciolo in Liguria* (in litteris).

Saban B. A., 1977. *The uptake of major elements by 1 year old hazel seedlings*, Nauchnye Trudy L'vov. S. Kh. In-ta., 73 ,140-143. (in Hort. Abs., 1979, 49, 1714).

Strabbioli G., 1994. *Mineral and organic fertilization of the hazelnut (Corylus avellana), in Central Italy*. Acta Hortic. n° 351, pp.429-437.

Strabbioli G., Coramusi A., Avanzato D., 1999. *Ricerche sull'inerbimento del nocciolo finalizzato ad un minore impatto ambientale della corilicoltura*. Frutticoltura, 61(11), pp. 29-31.

Szűcs E., 1997. *Possibilities to meet nutritional requirements of fruit trees and environmental protection*. Acta Hortic. n° 448, pp.433-437.

Valentini N., Botta R., 2002. *Confronto tra diversi tipi di mantenimento del suolo nei noccioli dell'Alta Langa (CN)*. In stampa.

Zanini E., 1972. *Il nocciolo e l'analisi fogliare; messa a punto dei metodi di campionamento e delle determinazioni analitiche*. Coltiv.G.V.I.,118 (3),pp.57-63.

Zioni E., 1966. *Influenza della concimazione fogliare sull'accrescimento diametrico del fusto e dei rami di nocciolo nei primi anni di impianto*, Atti: "Convegno Nazionale sulla Fertilizzazione del Nocciolo", Avellino, pp.85-95.

Westwood M. N., 1978. *Temperate-zone pomology*. W. H. Freeman and Company, San Francisco, pp. 428.