

Untersuchungen zur sortenspezifischen Mineralstoffaufnahme bei Reben¹⁾

von

A. SCIENZA, O. FAILLA und F. ROMANO

Investigations on the variety-specific uptake of minerals by grapevines

Summary: There is a high genetic variability of the K, Ca and Mg uptake within the genus *Vitis*. Thus, it is possible to establish a program for the breeding of rootstocks which allow a better adaptation to the nutrient conditions of the soils and a more balanced uptake and use of the three cations. The present work is based on the so called efficiency ratio for K, Ca and Mg. This ratio expresses the amount of dry substances produced per weight unit of a nutrient element under the conditions of a limited nutrient availability. Several grapevine crossings bred in the Institute of Arboriculture, University of Milan, show a good efficiency ratio for K without Ca or Mg uptake being negatively influenced.

Key words: nutrition, potassium, calcium, magnesium, rootstock, variety of vine, selection.

Einleitung

Auf die Bedeutung der sortenspezifischen Nährstoffaufnahme bei Kulturpflanzen wurde bereits vor ca. 50 Jahren hingewiesen (11, 14, 24). Der Anstieg der Düngemittelpreise, aber auch die Ausdehnung des Anbaues einiger Kulturpflanzen auf Böden, deren physikalisch-chemische Eigenschaften problematisch sind, haben erneut das Interesse an der sortenspezifischen Nährstoffaufnahme geweckt (20).

Auch bei Reben ließen einzelne Unterlagssorten eine unterschiedliche Nährstoffaufnahme erkennen, wobei Kalium, Magnesium und Eisen im Mittelpunkt der Untersuchungen standen (10, 12, 13, 15, 16, 17, 18, 21, 23, 25, 27). Die sortenspezifische Nährstoffaufnahme und -nutzung wurde auch unter dem Aspekt der Züchtung stielähme- bzw. chloroseresistenter Unterlagssorten verfolgt (9, 19).

Die Einführung des Konzeptes der „Effizienzverhältnisse“ bei der Bewertung verschiedener Genotypen hinsichtlich der Nutzung eines bestimmten mineralischen Nährstoffes stellt einen wesentlichen Fortschritt beim „screening“ neuer Unterlagssorten bei Reben dar (22).

Das erstmalig von WEISS (1943) angewandte Effizienzverhältnis ergibt sich aus der Trockensubstanzmenge, die eine Pflanze je Nährstoffeinheit bildet.

Ein in diesem Sinne „effizienter“ Genotyp zeichnet sich also dadurch aus, daß er trotz eines geringen Nährstoffangebotes im Substrat bei hoher Trockensubstanzproduktion keine Nährstoffmangelsymptome aufweist (6).

¹⁾ Arbeit durchgeführt im Rahmen des CNR (Consiglio Nazionale delle Ricerche) Anwendungsorientiertes Projekt „Produktivitätssteigerung landwirtschaftlicher Ressourcen“, Subprojekt 113.

Material und Methoden

Die Untersuchungen wurden in den Jahren 1982—84 in der Lombardei bei der „Fondazione Gallini“ von Riccagioia (Torrassa Coste, Pavia) vorgenommen. In den Jahren 1982/83 wurden die K-, Ca- und Mg-Gehalte der Blätter (Blatt und Stiel) ermittelt, wobei die Probenahme nach Abschluß des intensiven Längenwachstums zu Beginn der Holzreife in der basalen Triebzone erfolgte. Die (5jährigen) Reben waren in Spalierform erzogen. Der lehmige Tonboden ist arm an K (0,004 ppm). Folgende traditionelle Unterlagssorten wurden untersucht:

1. *Vitis berlandieri* R.1
2. *Vitis riparia* g. g.
3. *Vitis rupestris* du Lot
4. *Vitis riparia* × *V. rupestris*: 101-14
5. *Vitis riparia* × *V. rupestris*: Schwarzmann
6. *Vitis riparia* × *V. rupestris*: 3309
7. *Vitis berlandieri* × *V. riparia*: 225 Ru
8. *Vitis berlandieri* × *V. riparia*: Kober 5 BB
9. *Vitis berlandieri* × *V. riparia*: SO 4
10. *Vitis berlandieri* × *V. rupestris*: 140 Ru
11. *Vitis berlandieri* × *V. rupestris*: 1103 P
12. *Vitis berlandieri* × *V. rupestris*: 99 R

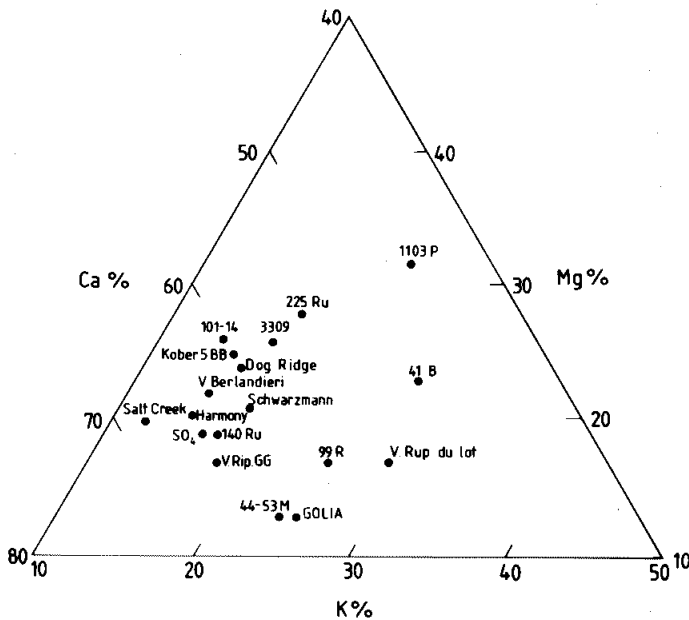


Abb. 1: Die K-, Ca- und Mg-Gehalte der Blätter in Abhängigkeit von der jeweiligen Aufnahmekapazität der drei Kationen.

K, Ca and Mg contents of the leaves in dependence on the respective absorption capacity of the three cations.

13. *Vitis vinifera* Chasselas × *V. berlandieri*: 41 B
14. (*Vitis cordifolia* × *V. rupestris*) × *V. riparia*: 44-53 M
15. Castel 15.612 × *V. rupestris* du Lot: Golia
16. *Vitis champinii* Salt Creek
17. *Vitis champinii* Dog Ridge
18. (*Vitis solonis* × Othello 16-13 C) × Dog Ridge: Harmony

1984 wurden die Trockensubstanzproduktion (Blätter, Sprosse, Wurzeln) sowie die K-, Ca- und Mg-Gehalte von Reben ermittelt, die 3 Jahre lang in Containern (50 l) bei verschiedenen Nährstoffangeboten gehalten worden waren. Aus diesen Daten wurden die Effizienzverhältnisse berechnet. In diesem Versuch wurden folgende Genotypen verwendet:

1. *Vitis vinifera* Bonarda Kl. MI-CR-10
2. *Vitis vinifera* Pinot nero Kl. 5-V-17
3. *Vitis berlandieri* × *V. riparia*: 225 R
4. *Vitis rupestris* × *V. berlandieri*: 140 R
5. *Vitis vinifera* Chasselas × *V. berlandieri*: 41 B
6. *Vitis riparia* × *V. vinifera* Aramon: 143 A
7. *Vitis rupestris* × *V. vinifera* Bourisquou: 93-5 C

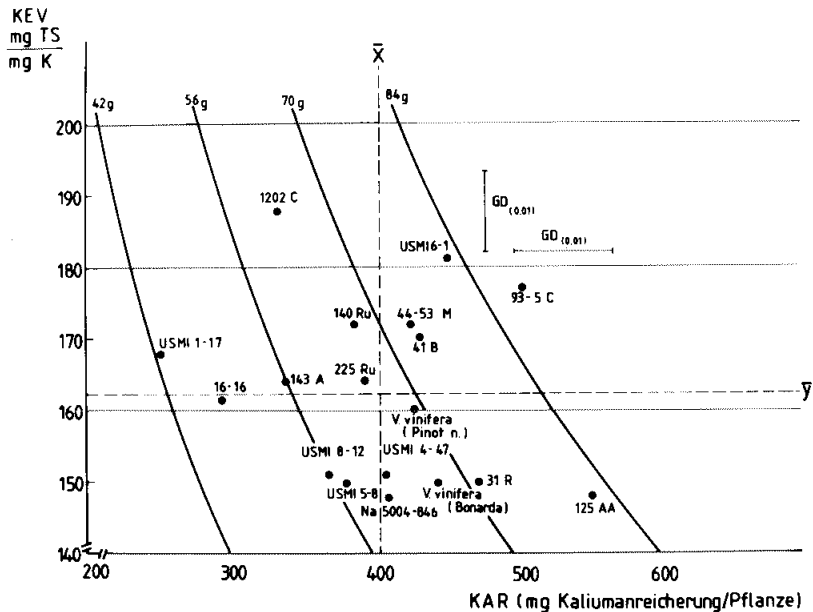


Abb. 2: Die Verteilung der Genotypen in Abhängigkeit von der Trockensubstanzproduktion, dem Effizienzverhältnis und der Ansammlung des K in der Gesamtpflanze. Genotypen in der Nähe desselben Hyperbelbogens produzieren die gleiche Trockensubstanzmenge, können aber ein unterschiedliches KEV aufweisen. Die interessantesten Unterlagen besitzen ein hohes KEV und KAR (oberer rechter Quadrant).

Distribution of genotypes in dependence on dry substance production, efficiency ratio and K accumulation in the whole plant. The genotypes near the same hyperbola section produce the same amount of dry substance, but they can show a different KEV. The most interesting rootstocks have a high KEV and KAR (upper right quadrant).

8. *Vitis rupestris* × *V. vinifera* Mourvedre: 1202 C
9. (*Vitis cordifolia* × *V. rupestris*) × *V. riparia*: 44-53 M
10. (*Vitis berlandieri* × *V. riparia*) × *V. cinerea*: Na 5004-846
11. *Vitis berlandieri* × *V. riparia*: Kober 5 BB Sel. 125 AA
12. *Vitis berlandieri* × *V. solonis* var. *Novo mexicana*: 31 R
13. *Vitis solonis* × *V. riparia*: 16-16

Darüber hinaus wurden einige neugezüchtete Unterlagen des Obstbauinstituts Mailand (Universitas Studiorum, Milano; USMI) untersucht:

14. *Vitis riparia* × *V. rupestris*: USMI 8-12
15. *Vitis berlandieri* × *V. riparia*: USMI 6-1
16. *Vitis berlandieri* × *V. riparia*: USMI 5-8
17. (*Vitis berlandieri* × *V. riparia*) × *V. vinifera* Lambrusco f. f.: USMI 4-47
18. *Vitis berlandieri* Las Sorres (Selbstung): USMI 1-17

Die Ca-, K- und Mg-Gehalte je Pflanze sowie die Effizienzverhältnisse für Ca, K und Mg
Ca, K and Mg contents per plant and efficiency ratios of Ca, K and Mg

Genotyp	Ca-Gehalt (mg/ Pflanze)	CaEV (mg T.S./ mg Ca)	K-Gehalt (mg/ Pflanze)	KEV (mg T.S./ mg K)	Mg-Gehalt (mg/ Pflanze)	MgEV (mg T.S./ mg Mg)
<i>V. vinifera</i>						
Bonarda	530	118	447	150	116	519
<i>V. vinifera</i>						
Pinot n.	745	92	430	160	172	419
140 R	570	97	338	172	123	410
93-5 C	813	105	503	177	195	451
44-53 M	653	91	428	172	113	336
225 Ru	715	90	396	164	137	500
41 B	675	106	434	170	146	487
125 AA	1.214	86	554	148	262	390
1202 C	813	99	336	188	194	370
Na 5004-846	903	67	412	148	204	371
16-16	450	109	295	162	126	442
31 R	835	95	474	150	159	499
143 A	609	98	341	164	120	456
USMI 5-8	724	77	382	150	121	475
USMI 6-1	889	80	455	181	213	613
USMI 1-17	467	91	252	168	97	452
USMI 8-12	622	101	372	151	129	372
USMI 4-47	595	105	411	151	141	461
Mittelwerte	712	95	406	163	153	446
MSD (0,01)	172	12	68	12	41	62

Das Nährsubstrat bestand aus einer Mischung von gewaschenem Flußsand, neutralem Torf und K-armem Ton-Lehmboden (1 : 1 : 1). Die Container eines jeden Genotyps wurden in drei Gruppen aufgeteilt (15 Reben je Variante und Genotyp). Je Behälter wurden 0, 3,3 oder 9,9 g K-Phosphat gedüngt; die N-, P- und Mg-Gehalte waren in jeder Variante gleich (1,65 g N, 2,2 g P₂O₅, 1,65 g MgO je Behälter). Jede Variante erhielt darüber hinaus Mikroelemente. Eine automatische Tröpfchenbewässerung hielt die Bodenfeuchte bei 80—100 % der Wasserkapazität.

Vor dem Ende der Vegetationsperiode (etwa 5 Monate nach dem Austrieb) wurde die Gesamttrockensubstanz (Blätter + Sproß + Wurzel) jeder Einzelpflanze ermittelt. Die Gehalte an K, Ca und Mg je Pflanze wurden spektralphotometrisch erfaßt (5).

Das Effizienzverhältnis des K (KEV), des Ca (CaEV) und des Mg (MgEV) ergibt sich aus der Trockensubstanzmenge je Gewichtseinheit des Nährelementes (mg/mg). Die Mittelwerte der Analyse wurden varianzanalytisch verrechnet, die statistische Absicherung erfolgte nach TUKEY (26). Die Verteilung der Genotypen im gleichseitigen Dreieck wurde nach folgenden Formeln errechnet:

$$K = \frac{K \%}{K \% + Ca \% + Mg \%} \quad Ca = \frac{Ca \%}{K \% + Ca \% + Mg \%} \quad Mg = \frac{Mg \%}{K \% + Ca \% + Mg \%}$$

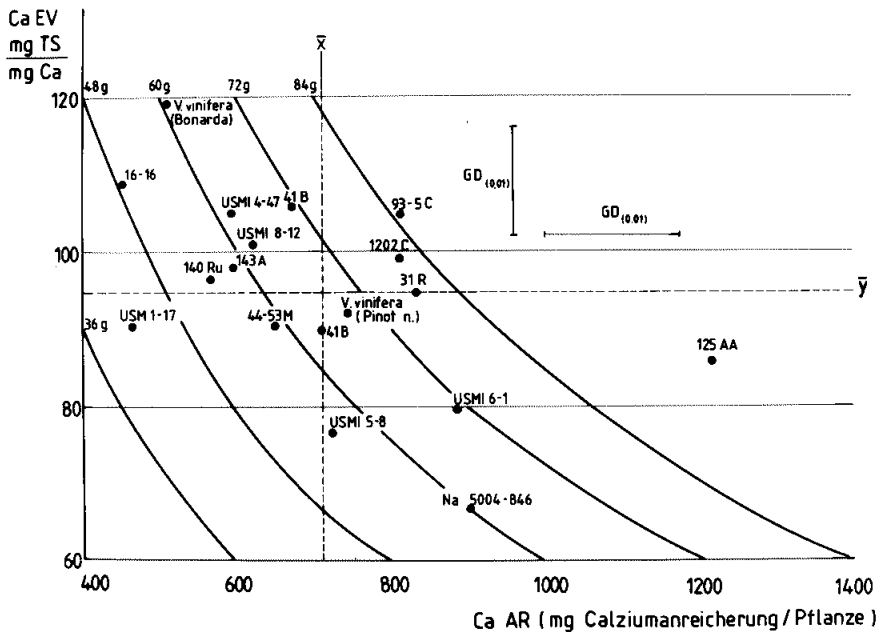


Abb. 3: Die Verteilung der Genotypen in Abhängigkeit von der Trockensubstanzproduktion, dem Effizienzverhältnis und der Ansammlung des Ca in der Gesamtpflanze. Genotypen in der Nähe desselben Hyperbelbogens produzieren die gleiche Trockensubstanzmenge, können aber ein unterschiedliches CaEV aufweisen. Die interessantesten Unterlagen besitzen ein hohes CaEV und CaAR (oberer rechter Quadrant).

Distribution of genotypes in dependence on dry substance production, efficiency ratio and Ca accumulation in the whole plant. The genotypes near the same hyperbola section produce the same amount of dry substance, but they can show a different CaEV. The most interesting rootstocks have a high CaEV and CaAR. (upper right quadrant).

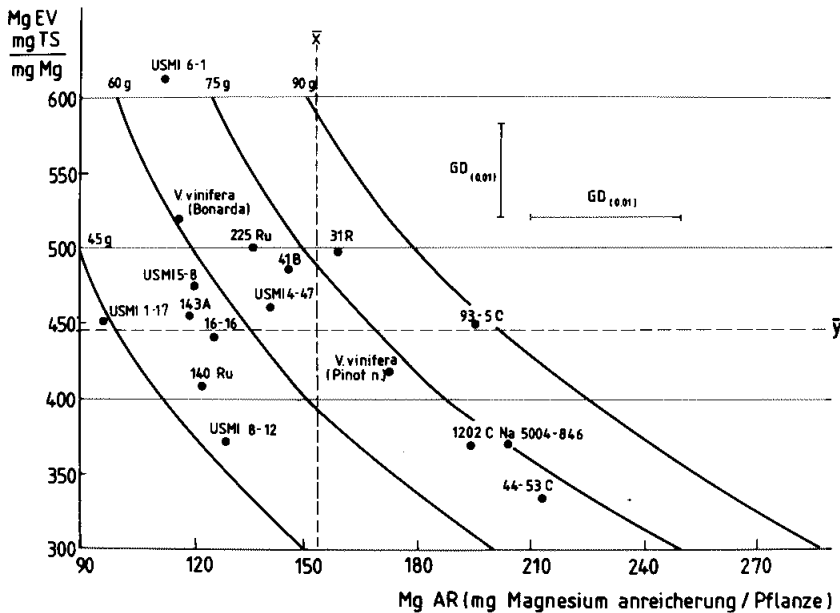


Abb. 4: Die Verteilung der Genotypen in Abhängigkeit von der Trockensubstanzproduktion, dem Effizienzverhältnis und der Ansammlung des Mg in der Gesamtpflanze. Genotypen in der Nähe desselben Hyperbelbogens produzieren die gleiche Trockensubstanzmenge, können aber ein unterschiedliches MgEV aufweisen. Die interessantesten Unterlagen besitzen ein hohes MgEV und MgAR (oberer rechter Quadrant).

Distribution of genotypes in dependence on dry substance production, efficiency ratio and Mg accumulation in the whole plant. The genotypes near the same hyperbola section produce the same amount of dry substance, but they can show a different MgEV. The most interesting rootstocks have a high MgEV and MgAR (upper right quadrant).

Ergebnisse

Die genetische Variabilität der Kalium-, Calcium- und Magnesiumgehalte in den Blättern

Die Genotypen unterscheiden sich signifikant im prozentualen Gehalt ihrer Blätter an K, Ca und Mg. Die niedrigsten K-Gehalte wurden in Salt Creek, *V. berlandieri*, 101-14, *V. riparia* g. g. und Kober 5 BB gefunden (0,25—0,39 % der Trockenmasse), die höchsten in Golia, 44-53 M, 99 R und 1103 P (0,63—0,70 %).

Vor allem der prozentuale Anteil des Mg der Blätter erscheint hochgradig vom Genotyp beeinflusst. In einigen Sorten variiert er von 0,34—0,35 % (*V. rupestris* du Lot; 44-53 M, Golia, *V. riparia* g. g.), während er in anderen höhere Werte (0,62—0,85 %) erreicht: 1103 P, 225 Ru, 101-14.

Zur gleichzeitigen Bewertung der Gehalte an K, Ca und Mg bildet das gleichseitige Dreieck K-Ca-Mg ein gutes Klassifikationskriterium für die Genotypen. Im einzelnen ergibt sich, daß z. B. 1103 P und 41 B hohe Gehalte an K, Ca und Mg in den Blättern aufweisen und niedere Gehalte an K besitzen (Abb. 1).

Die Nährstoffausnutzung einzelner Genotypen

Die einzelnen Genotypen zeigten eine sehr unterschiedliche Trockensubstanzproduktion. So betragen die Unterschiede zwischen der schwachwüchsigen Unterlage 99 R und der wüchsigen Unterlage 125 AA bis zu 100 %.

Die Aufnahme und Verlagerung des Ca, K und Mg einzelner Genotypen ergibt sich aus dem Effizienzverhältnis (Tabelle).

In den Abb. 2—4 ist die Beziehung des Effizienzverhältnisses und der Nährstoffgehalte der Pflanze dargestellt. Die Genotypen längs desselben Hyperbelbogens produzieren die gleiche Menge an Trockensubstanz, können aber ein anderes Effizienzverhältnis haben.

Effiziente Genotypen sind also jene, die bei geringer Verwendung von K, Ca oder Mg nicht nur viel Trockensubstanz produzieren, sondern auch absolut die höchsten Trockensubstanzwerte liefern. Die besten Unterlagen sind also im rechten oberen Quadranten des x-Achsenkreuzes zu finden. Hinsichtlich der K-Aufnahme sind dies u. a. USMI 6-1, 93-5 C, 44-53 M, für Ca 93-5 C, 1202 C, 31 R und für Mg 93-5 C, 31 R.

Schlussfolgerungen

Die vorliegenden Ergebnisse machen deutlich, daß innerhalb der Gattung *Vitis* genetische Unterschiede der Nährstoffaufnahme bestehen. Die größte Variabilität ist bei der Aufnahme von K und Ca, vor allem bei Neuzüchtungen, festzustellen. Eine adäquate Variabilität ist aber die notwendige Voraussetzung, um ein Züchtungsprogramm für die in Betracht kommenden Merkmale einzuleiten.

Anders als bei der Blattanalyse ermöglicht die Bestimmung des Effizienzverhältnisses eine Beurteilung verschiedener Genotypen hinsichtlich ihrer Nährstoffaufnahmekapazität und -nutzung. Eine überoptimale Nährstoffaufnahme kann, etwa im Falle des K, in antagonistischer Weise zu einer Verminderung der Ca- und Mg-Gehalte führen und in der Folge Blattmangel- oder Stielähmeerscheinungen hervorrufen.

Die vorgestellte Methode ermöglicht auch die Auswahl adaptierter Sorten für Nährstoffmangelböden. So können z. B. bei Böden mit geringer K-Verfügbarkeit aber ausreichender Mg- und Ca-Versorgung Genotypen mit einem hohen KEV und niedrigem CaEV und MgEV gewählt werden, während auf Standorten mit häufigem Stielähmebefall Genotypen mit einem geringen KEV Verwendung finden werden. Hieraus ergibt sich eine Einsparung von Düngemitteln bzw. eine Verminderung des Stielähmebefalls.

Für eine Anwendung wesentlich sind allerdings ergänzende Untersuchungen zur Interaktion Unterlage-Edelreis; hierbei sollte die Verteilung und Speicherung von Nährstoffen in den einzelnen Organen des Edelreises berücksichtigt werden.

Zusammenfassung

Innerhalb der Gattung *Vitis* besteht eine hohe genetische Variabilität der K-, Ca- und Mg-Aufnahme. So ist es möglich, ein Programm zur Züchtung von Unterlagen zu erstellen, die eine bessere Anpassung an die Nährstoffbedingungen der Böden und

eine ausgewogenere Aufnahme und Verwendung der drei Kationen besitzen. Die vorliegende Arbeit stützt sich auf das sog. Effizienzverhältnis (efficiency ratio) für K, Ca und Mg. Dieses Verhältnis drückt die Trockensubstanzmenge aus, die je Gewichtseinheit eines Nährelementes unter den Bedingungen einer begrenzten Nährstoffverfügbarkeit produziert wird. Einige Rebenkreuzungen, die vom Institut für Obstbau der Universität Mailand gezüchtet wurden, zeigen hierbei ein gutes Effizienzverhältnis für K, ohne daß die Ca- oder Mg-Aufnahme negativ beeinflußt ist.

Literatur

1. ALLEWELDT, G.; POLLAK, V.; 1976: Die Sortenspezifität der K-Aufnahme. IV. Coll. Intern. sur le Contrôle de l'Alimentation des Plantes Cultivées. Gent, Vol. I, 314—326.
2. BOULAY, H.; 1982: Absorption différenciée des cépages et des porte-greffes en Languedoc. Progr. Agric. Vitic. 19, 431—434.
3. BOVAY, E.; ISOZ, M.; 1964: Influence du porte-greffe sur la nutrition de cultivars de *Vitis vinifera* dans les conditions de la Suisse Romande. Vignes et Vins (139), 13—17.
4. CARLES, J.; CALMES, J.; ALQUIER-BOUFFARD, A.; MAGNY, J.; 1966: Contribution à l'étude de l'influence du porte-greffe sur la composition minérale de la vigne. C. R. Hebd. Séances Acad. Sci. Sér. D 263, 1845—1848.
5. CHAPMAN, H. D.; PRATT, P. F.; 1978: Methods of Analysis for Soils, Plants and Water. Division of Agricultural Sciences, University of California.
6. CLARK, R. B.; 1976: Plant efficiencies in the use of calcium, magnesium and molybdenum. In: MADISON, J. (Ed.): Plant Adaptation to Mineral Stress in Problem Soils, 175—191. Wright National Agricultural Library, Beltsville, M. D.
7. DELAS, J.; POUGET, R.; 1979: Influence du greffage sur la nutrition minérale de la vigne. Conséquences sur la fertilisation. Connaiss. Vigne Vin 13, 241—261.
8. ECEVIT, F. M.; ILTER, E.; KISMALI, I.; 1983: Effets de certains porte-greffes américains sur la nutrition minérale de la vigne *V. vinifera* var. Yuvarlak Çekirdeksiz (Sultana). Bull. OIV 56, 509—520.
9. EIFERT, J.; KURUC, A.; 1978: Etude par diagnostic foliaire de l'absorption spécifique des ions K et Mg chez quelques nouvelles variétés. Génétique et Amélioration de la Vigne. II^e Symp. Intern. Amélior. Vigne, Bordeaux, 14—18 juin 1977, 309—312.
10. HALMI, M. BOVAY, E.; 1972: Influence du porte-greffe sur l'alimentation du cépage blanc «Chasses-lendant roux» en Suisse romande. Schweiz. Landwirtsch. Forsch. 11, 389—426.
11. HARVEY, P. H.; 1939: Hereditary variation in plant nutrition. Genetics 24, 437—461.
12. LOUE, A.; 1977: Le contrôle de la nutrition minérale et plus particulièrement potassique de la vigne per l'analyse du végétal. Liaisons avec l'analyse du sol. Coll. sur le Potassium dans ses Rapports avec la Vigne et le Vin, Montpellier, 41—50.
13. — —; BOULAY, H.; 1984: Effets des cépages et des porte-greffes sur les diagnostics de la nutrition minérale chez la vigne. VI^e Coll. Intern. pour l'Optimisation de la Nutrition des Plantes. Vol. II, 357—364.
14. LYNES, A. S.; 1936: Varietal differences in the phosphorus feeding capacity of plants. Plant Physiol. 11, 665—688.
15. MARCELIN, H.; 1977: Comportement des cépages et porte-greffes méridionaux à l'égard du potassium. Coll. sur le Potassium dans ses Rapports avec la Vigne et le Vin, Montpellier, 1—2.
16. MIRAVALLE, R.; SCIENZA, A.; 1980: Influenza del vitigno sul contenuto di potassio, calcio e magnesio nelle foglie e sul loro accumulo nel grappolo. V^e Coll. Intern. sur le Contrôle de l'Alimentation des Plantes Cultivées, Castelfranco, Vol. II, 614—634.
17. MORARD, PH.; TORRES, P.; ANDRÉ, L.; 1980: Influence des porte-greffes sur la nutrition minérale de la vigne (var. „Grenache“). V^e Coll. Intern. sur le Contrôle de l'Alimentation des Plantes Cultivées, Castelfranco, Vol. II, 635—642.
18. POUGET, R.; 1984: I portinnesti della vite in Francia: stato delle ricerche e prospettive. Riv. Viticolt. Enol. (Conegliano) 37, 342—358.
19. — —; DELAS, J.; 1982: Interaction entre le greffon et le porte-greffe chez la vigne. Application de la méthode des greffages réciproques à l'étude de la nutrition minérale. Agronomie 2, 231—242.

20. SARIĆ, M. R.; 1983: Theoretical and practical approaches to the genetic specificity of mineral nutrition of plants. In: SARIĆ, M.; LOUGHMAN, B. C. (Eds): Genetic Aspects of Plant Nutrition, 1—14. Martinus Nijhoff Publishers, The Hague, Boston, Lancaster.
21. — — ; ZORZIĆ, M.; BURIĆ, D.; 1977: Einfluß der Unterlage und des Reises auf die Ionenaufnahme und -verteilung. *Vitis* **16**, 174—183.
22. SCIENZA, A.; CASASSA, M. T.; VISAI, C.; CONCA, E.; 1984: Il controllo genetico della nutrizione potassica nella vite. *Riv. Viticolt. Enol. (Conegliano)* **37**, 682—691.
23. — — ; MEZZADRI, G.; 1980: Differenze nella composizione chimica delle foglie di alcuni cloni di „Barbera“ e di „Bonarda“ evidenziate mediante l'analisi discriminante. V^e Coll. Intern. sur le Contrôle de l'Alimentation des Plantes Cultivées, Castelfranco, Vol. I, 651—673.
24. SMITH, S. N.; 1934: Responses of inbreed lines and crosses in maize to variations of nitrogen and phosphorus supplied as nutrients. *J. Amer. Soc. Agron.* **26**, 785—805.
25. TRIEB, G.; BECKER, H.; 1969: Untersuchungen über den Einfluß verschiedener Unterlagen auf die mineralische Ernährung des Edelreises. *Weinwiss.* **24**, 258—260.
26. TUKEY, J. W.; 1956: The problem of multiple competition. In: SNEDECOR, G. W. (Ed.): *Statistical Methods*, 251—254. Iowa State University Press, Ames (Ia).
27. ULICEVIC, M.; PEJOVIC, L. J.; 1984: Influence des porte-greffes sur la composition minérale de la vigne var. „Vranac“. VI^e Coll. Intern. pour l'Optimisation de la Nutrition des Plantes. Vol. II, 671—677.
28. WEISS, M. G.; 1943: Inheritance and physiology of efficiency in iron utilisation in soybeans. *Genetics* **28**, 253—268.

Eingegangen am 18. 3. 1986

Prof. Dr. A. SCIENZA
Istituto di Coltivazioni Arboree
Facoltà di Agraria
Università degli Studi
20133 Milano
Italia