

NUTRIÇÃO NA CULTURA DA VIDEIRA

Teresinha Costa Silveira de Albuquerque¹
Mestre em Fitotecnia
Doutora em Nutrição de Plantas

¹ Embrapa Semi-Árido, BR 428, km 152, Petrolina, PE. Caixa Postal 23. CEP 56.300-970

• INTRODUÇÃO

O suprimento e absorção dos compostos químicos necessários para o crescimento e metabolismo das plantas pode ser definido como nutrição (Mengel e Kirkby, 1987). A nutrição das plantas e, principalmente das plantas perenes, está intimamente relacionada com o ambiente em que se encontram essas plantas, ou seja com o tipo de solo, umidade disponível, quantidade de matéria orgânica e, por fim, com a própria fertilidade do solo. Diz-se que uma planta está bem nutrida quando se realiza a máxima utilização dos nutrientes da solução do solo, com maior eficiência fisiológica da parte aérea, havendo um perfeito equilíbrio entre crescimento vegetativo e reprodutivo.

• REQUERIMENTOS DA VIDEIRA POR NUTRIENTES MINERAIS

As reservas de nutrientes minerais, especialmente N, são importantes para o total desenvolvimento da videira. Presume-se que a maior percentagem de N requerido para o desenvolvimento de novos ramos é mobilizado das reservas existentes de N nas estruturas permanentes da videira, predominantemente das raízes. Em plantas jovens desenvolvidas em campo, Araujo e Williams (1988) encontraram que 14% a 26% do N requerido para o crescimento de novos ramos foi mobilizado de outros órgãos que não as raízes. Em outro estudo com 'Thompson Seedless', Mullins *et al.* (1992) comenta que 15g de N por videira foi mobilizado das raízes para os ramos, no período entre a brotação e o florescimento, e isto representa 70% do N requerido para os ramos. A quantidade de N mobilizado das raízes, caule e outras estruturas permanentes é dependente da idade das videiras, da época do ano e do estágio de desenvolvimento das plantas.

Somente uma pequena quantidade de K é mobilizado das raízes, mas do caule e dos braços nada é mobilizado para outros órgãos. O fruto é o maior dreno para K após o início do desenvolvimento do bago. Muitos estudos têm mostrado que a mobilização do K das folhas para os frutos ocorre se a folhagem é extremamente densa. Alguns estudos têm mostrado que pode existir uma pequena redistribuição de K das varas para os cachos. No entanto, a maior parte do K encontrado nos frutos é extraído do solo (Mullins *et al.*, 1992).

A concentração da maioria dos nutrientes minerais nas videiras são mais altos no início do ciclo, diminuindo a medida que as plantas crescem. Williams (1987) e Williams *et al.* (1987) relatam, como pode ser observado na Tabela 3 um decréscimo na concentração de nutrientes em folhas, varas e cachos de uva. No caso do N, a diminuição parece ser devida ao efeito de diluição, pois que o conteúdo total aumentou ou permaneceu constante com o crescimento continuado dos órgãos. A ocorrência da diluição dá-se devido a acumulação de açúcar nos bagos ou os componentes da parede celular das folhas e das varas aumentaram mais do que absorveram nutrientes.

A concentração de K e de P também diminui durante a estação de crescimento (Christensen, 1969). Conradie (1981) citado por Mullins *et al.* (1992) comenta que houve uma diminuição na concentração de K e de P nas folhas, no entanto, a concentração de Ca e Mg aumentou ou permaneceu constante.

A quantidade de nutrientes minerais requerida pela videira é consideravelmente pequena em relação a necessidade de outras culturas (Olson e Kurzt, 1982 citado por Mullins *et al.*, 1992). Lafond *et al.* (1965) determinou que para o crescimento dos ramos e dos frutos de St. Emilion são necessários 64kg de N/ha. A quantidade de N absoluta nos frutos varia com o cultivar, as condições do solo, a localização do vinhedo e as adubações realizadas.

Conradie e Saayman (1989) estudando a demanda de nutrientes para a videira na África do Sul, comentam que a cultura necessita cerca de 3,9kg de N para produzir 1 tonelada de uvas de vinho, estando este dado de acordo com trabalhos realizados na França por Champagnol (1978). Em relação ao P, foi recomendado a colocação de 9kg/ha em cada ano, sendo recomendado ter cuidado em não exceder esta dose, por haver antagonismo P/K. Para K a dose adequada foi de 40kg para uma produção de 13t/ha.

Quando utilizados diferentes porta-enxertos, os teores de nutrientes na produtora, sobretudo do P,

foram nitidamente superiores àqueles encontrados nas videiras de pé-franco, especialmente quando a copa era *Vitis vinifera* (Conde, 1989).

A definição das quantidades de nutrientes requeridos pela videira, durante todo o seu desenvolvimento é um assunto bastante contraditório, pois existem uma série de fatores envolvidos nos processos de extração, translocação e mobilização de nutrientes. Com relação ao solo pode-se dizer que as características físicas, químicas e biológicas do mesmo podem interferir nas quantidades de nutrientes disponíveis às videiras. A capacidade de extração e translocação de nutrientes do porta-enxerto utilizado é outro fator de suma importância para estimar-se as quantidades de nutrientes requeridos pela cultura. Além disso, tem-se as características próprias do cultivar considerado: idade da cultura, vigor, potencial produtivo, finalidade da produção (mesa ou vinho), tipo de condução e muitos outros aspectos.

• FUNÇÃO DOS NUTRIENTES ESSENCIAIS E SINTOMAS DE DEFICIÊNCIA

A nutrição da videira, como comentado anteriormente, é decorrente de inúmeros processos físicos, químicos, fisiológicos e biológicos, resultantes das interações entre as plantas e o meio na qual estão estabelecidas. Por ser cultivada em unidades de solo com características químicas e físicas muito variáveis, é importante que as plantas recebam quantidades de nutrientes, em acordo com o meio em que se desenvolvem, e que estas quantidades supram suficientemente às necessidades nutricionais da cultura para vegetar e produzir de maneira satisfatória.

O carbono e o oxigênio são obtidos através do ar, na forma de CO_2 e O_2 que são utilizados nos processos de fotossíntese e respiração. O hidrogênio, assim como o oxigênio são encontrados na água e os outros elementos são encontrados no solo sob diversas formas. Os elementos: nitrogênio, fósforo, potássio, cálcio, magnésio e enxofre são exigidos em grandes quantidades pelas plantas, sendo denominados macronutrientes; e os que são exigidos em pequenas quantidades: boro, cloro, molibdênio, cobre, ferro, manganês e zinco, são chamados de micronutrientes.

A carência ou o excesso de um ou mais nutrientes pode ser caracterizada por meio de sintomas visíveis nas folhas, ramos e frutos. No entanto, quando os sintomas de deficiência se manifestam, a produção das plantas e a qualidade dos frutos já terão sido reduzidas substancialmente. O mais aconselhável é monitorar-se o vinhedo por meio de análises foliares, evitando-se, desse modo, o aparecimento de sintomas de deficiência ou excesso nutricional (Albuquerque, 1996).

• Macronutrientes

O conhecimento das formas pelas quais os macronutrientes são absorvidos, a sua mobilidade no solo e na videira, as funções desempenhadas nas plantas e compostos formados é importante para que se possa identificar sintomas de deficiência, bem como determinar a época e quais produtos utilizar na fertilização das videiras (Tabela 01).

• Nitrogênio

O nitrogênio é absorvido pelos vegetais nas formas NH_4^+ e NO_3^- , mas no caso da videira, quase todo o nitrogênio é absorvido e transportado até as folhas na forma de NO_3^- , onde sofre redução para NO_2^- e, em seguida, para NH_4^+ , na presença da enzima redutase do nitrato (Christensen *et al.*, 1978). A partir do NH_4^+ tem início o processo de síntese de compostos orgânicos como, aminoácidos, pigmentos da clorofila, proteínas, hormônios, alcalóides e fosfatos orgânicos.

Praticamente não são observados sintomas visuais de deficiência de nitrogênio nas videiras do Submédio São Francisco. Isto ocorre porque os viticultores da região, além da adubação com nitrogênio mineral aplicam 20 a 60 m^3/ha de esterco de curral por ciclo da cultura, que apresenta em média 1% de N (Pereira *et al.*, 2000). Entretanto, chama atenção, em anos atípicos, quando ocorrem, em período curto de tempo, precipitações intensas de 50mm ou mais, o aparecimento de leve descoloração das folhas das

videiras devido a intensa lixiviação do nitrogênio do solo dos vinhedos. Esta descoloração é momentânea e prontamente superada quando param as chuvas e as plantas voltam a absorver quantidades adequadas de nitrogênio do solo. O sintoma de deficiência de nitrogênio é bem nítido em plantas de videira desenvolvidas em hidroponia na ausência desse nutriente.

O excesso de nitrogênio pode resultar em aumento de vigor das plantas, atraso na maturação dos cachos, dessecamento da ráquis e dos sarmentos, predisposição a doenças e desequilíbrio na relação carbono/nitrogênio. Esta relação, em conjunto com o balanço hormonal entre citocininas e giberelinas, regula todo o mecanismo de diferenciação e indução das gemas florais, provocando a diminuição da fertilidade das plantas (Srinivasan e Mullins, 1981).

• Fósforo

O fósforo na planta, após ser absorvido na forma de $H_2PO_4^-$, em solos com pH favorável (6,5), permanece como fosfato inorgânico (Pi) ou é esterificado, formando éster fosfato (açúcar fosfato) ou, ainda, une-se a um outro fosfato através de uma ligação altamente energética - pirofosfato P ~ P (ATP). O fósforo está em constante mudança entre essas três formas, dentro das plantas (Marschner, 1995).

O fósforo é móvel na planta e devido a isso, os sintomas de deficiência ocorrem, inicialmente, nas folhas mais velhas e se caracterizam por uma clorose e presença de antocianinas (coloração roxo-violeta), evoluindo para necrose e secamento.

A deficiência desse elemento afeta sobremaneira o vigor das plantas, causando redução no desenvolvimento do sistema radicular, retardamento no crescimento e escassa lignificação dos tecidos (Fregoni, 1980). Entretanto, essa sintomatologia se manifesta apenas quando a deficiência é muito acentuada, o que geralmente não acontece em vinhedos no campo.

Na região do Submédio São Francisco, são utilizadas grandes quantidades de fertilizantes fosfatados minerais e também de esterco animal (0,1 a 0,5% de P), não se observando, portanto, sintomas de deficiência deste nutriente nos vinhedos. Deve-se, no entanto, ter muito cuidado com o excesso de fósforo no solo, que induz o aparecimento de deficiências de ferro e de zinco (Fregoni, 1980).

• Potássio

O potássio é absorvido na forma iônica (K^+) e assim permanece nas plantas, não formando compostos.

Na videira, como na maioria das plantas, o potássio tem inúmeras funções: regula a entrada do CO_2 , influenciando a fotossíntese; mantém a turgescência do protoplasma celular, aumentando a resistência a moléstias; ajuda no processo de lignificação de raízes e sarmentos; regula a abertura e fechamento dos estômatos, influenciando na transpiração; tem importância na diferenciação das gemas e na germinação do grão de pólen; estimula a síntese de aminoácidos importantes na formação do aroma e sabor do vinho; favorece a translocação dos açúcares para a perfeita maturação do cacho (Giovannini, 1999).

A carência desse elemento interfere na síntese protéica, causando a elevação na quantidade de aminoácidos livres, retarda a maturação e promove a produção de cachos pequenos, frutos duros, verdes e ácidos (Weaver, 1976).

Os sintomas de deficiência de potássio manifestam-se, em primeiro lugar, nas folhas mais velhas como um amarelecimento internerval em cultivares de uvas brancas, seguida de necrose da zona periférica do limbo que vai progredindo para o interior do tecido internerval. Em cultivares de uvas roxas, as folhas apresentam, inicialmente, uma coloração arroxeadada entre as nervuras, seguindo-se de necrose progressiva dos tecidos do limbo.

A deficiência de potássio nas plantas estaria relacionada, principalmente, ao baixo teor de potássio no solo e adubação potássica deficiente. Entretanto, excesso de fertilizantes nitrogenados, teores

elevados de cálcio e magnésio no solo, em relação ao potássio, falhas no sistema de irrigação, danos no sistema radicular e lençol freático na altura da zona radicular, são fatores que, isoladamente ou em conjunto, dificultam a absorção de potássio pelas raízes, favorecendo o aparecimento dos sintomas de deficiência.

O cloreto de potássio é a fonte mais econômica deste elemento. Entretanto, seu uso não deve ser generalizado, uma vez que o íon cloreto pode causar injúria salina às plantas, principalmente em solos rasos e mal drenados e que apresentem algum indício de salinização (Christensen *et al.*, 1978). É recomendável utilizar-se sulfato de potássio, nitrato de potássio ou fosfato mono potássico (MKP) alternado com o cloreto de potássio (Pereira *et al.*, 2000).

• Cálcio

O cálcio forma pectato de cálcio, importante componente da parede celular, sendo imprescindível para o crescimento apical, tanto das raízes como da parte aérea; participa da estrutura da membrana celular, favorecendo a permeabilidade das células; forma oxalato de cálcio, neutralizando o ácido oxálico, que é tóxico para a videira (Giannini, 1999).

A deficiência desse nutriente causa a paralisação do crescimento dos ramos e das raízes pela morte dos ápices meristemáticos, fato comprovado em estudo de deficiência em plantas de videira desenvolvidas em hidroponia (Foto 03). Nas folhas jovens a deficiência se manifesta por uma clorose internerval e marginal, seguida de necrose das margens do limbo, podendo ocasionar, ainda, a morte dos ápices vegetativos.

Em condições de altos teores de cálcio, como nos solos do Projeto Mandacaru, que apresentam substrato calcário, é comum aparecerem deficiências de potássio e magnésio, assim como sintomas de clorose férrica – deficiência de ferro.

• Magnésio

O magnésio é absorvido pelas plantas como cátion divalente (Mg^{2+}), no entanto sua taxa de absorção sofre forte influência de outros cátions, tais como K^+ , NH_4^+ , Ca^{2+} e Mn^{2+} , assim como do H^+ em solos de pH baixo (Marschner, 1995).

Na videira, o magnésio desempenha as seguintes funções: é elemento importante na molécula da clorofila; age como ativador enzimático; atua na estabilidade dos ribossomos e aumenta a absorção de fósforo.

Plantas deficientes em magnésio apresentam clorose internerval nas folhas velhas, sendo que as nervuras permanecem verdes. Em cultivares de uvas brancas as manchas cloróticas evoluem até a necrose dos tecidos do limbo. Em cultivares de uvas tintas as manchas tomam coloração arroxeada, evoluindo, também, até a necrose do tecido. A deficiência de magnésio pode ocorrer em vinhedos ainda em formação, cultivados em solos arenosos com baixa capacidade de troca de cátions (Winkler *et al.*, 1974). Quando a deficiência de magnésio é muito acentuada, sobrevém o esgotamento geral das plantas. O sintoma de deficiência de magnésio pode ser confundido com o de deficiência de potássio, dessa forma, a realização de análise foliar torna-se necessária para dirimir as dúvidas.

No Submédio São Francisco, em vinhedos irrigados estabelecidos em solos arenosos, que apresentam baixa CTC e sob condições de excessivo calor, com temperaturas acima de $40^{\circ}C$, observa-se, frequentemente, sintomas de deficiência de magnésio, especialmente, nas fases de formação, colheita e repouso. O estresse térmico ao qual as videiras estão sendo submetidas, desencadeia a degradação das proteínas, inclusive das proteínas estruturais dos tilacóides, causando a desarticulação das moléculas de clorofila.

Tabela 1. Aspectos relacionados com a forma encontrada no solo e absorvida de macronutrientes, mobilidade no solo e nas plantas, funções e compostos formados nas fruteiras.

Macro-nutrientes	Forma encontrada no solo	Forma absorvida pela videira	Mobilidade no solo	Mobilidade na planta	Função na Videira	Compostos formados
N	Na forma orgânica em aminoácidos e proteínas. Inorgânica: NH_4^+ e NO_3^-	NO_3^-	Muito móvel	Muito móvel	Importante no metabolismo como composto	Aminoácidos e proteínas, amins, amidas, aminoaçúcares, purinas e pirimidinas, alcalóides, molécula de clorofila, citocininas, coenzimas, vitaminas, pigmentos
P	Fosfatos de cálcio, de ferro e de alumínio e forma orgânica	H_2PO_4^-	Pouco móvel	Muito móvel	Armazenamento e transferência de energia; estrutural, principalmente nas membranas	Ésteres de carboidratos nucleotídeos e ácidos nucléicos, coenzimas e fosfolípidios
K	Minerais primários e secundários, na forma trocável, adsorvido aos colóides do solo e às micelas coloidais da M.O.	K^+	Móvel	Muito móvel	Abertura e fechamento dos estômatos, síntese e estabilidade de proteínas, relações osmóticas, síntese e translocação de carboidratos, ativação enzimática e neutralização de ác. orgânicos	Compostos desconhecidos, predominando na forma iônica
Ca	Minerais primários e secundários, adsorvido aos colóides do solo e às micelas coloidais da M.O.	Ca^{2+}	Pouco móvel	Imóvel	Síntese de proteínas, ativação enzimática, forma a parede celular, permeabilidade das membranas	Pectato de cálcio, fitato, carbonato, oxalato de cálcio
Mg	Minerais primários e secundários, na forma trocável e adsorvido às micelas coloidais da M.O.	Mg^{2+}		Móvel	Ativação enzimática, estabilidade de ribossomos, fotossíntese, aumenta a absorção do fósforo	Clorofila
S	Sulfatos adsorvidos ao complexo sortivo do solo e como compostos orgânicos	SO_4^-		Baixa mobilidade	Grupo ativo de enzimas e coenzimas	Cisteína, cistina, metionina e taurina; glutathione, glicosídeos e sulfolípídios, coenzimas

• Enxofre

A assimilação do enxofre pelas plantas é, em muitos aspectos, semelhante a assimilação do nitrato, como no caso da redução do sulfato que é necessária para a incorporação do enxofre nos aminoácidos e proteínas. Quanto à fonte de enxofre, Marschner (1995) comenta que embora o gás sulfídrico (SO₂) atmosférico seja absorvido e utilizado pela parte aérea das plantas superiores, a mais importante fonte de enxofre é o sulfato absorvido pelas raízes.

A carência de enxofre dificilmente será encontrada nas videiras, uma vez que a incorporação de fertilizantes químicos e orgânicos ao solo e a utilização de defensivos contendo enxofre, garantem um suprimento adicional desse nutriente para a cultura.

• Micronutrientes

Os aspectos relacionados com a forma na qual os micronutrientes são absorvidos, mobilidade desses no solo e na videira, função desempenhada nas plantas e compostos formados, são descritos de forma a facilitar a identificação de sintomas, assim como, a determinação da época e dos produtos a serem utilizados na fertilização das videiras (Tabela 02).

• Boro

O boro favorece a síntese de ácidos nucleicos, induzindo o crescimento; favorece a fecundação, interferindo na germinação dos grãos de pólen; ativa a produção e facilita a translocação de carboidratos; ativa a síntese de clorofila; participa do mecanismo de ação da giberelina e na síntese do ácido indolacético; influi na absorção e transporte de cálcio, como também, favorece a síntese de RNA e DNA (Fregoni, 1980; Nogueira e Fráguas, 1984; Christensen, 1986).

Os sintomas de deficiência manifestam-se, primeiramente, nas folhas novas, evoluindo para os frutos, uma vez que a polinização e a frutificação da videira são os processos fisiológicos mais sensíveis à deficiência de boro (Christensen *et al.*, 1978).

A carência desse elemento provoca diminuição dos internódios, emissão de feminelas, morte do ápice vegetativo e envassouramento. Nos cachos florais, ocorre aborto excessivo de flores, raleando os cachos. A calíptra não se solta com facilidade por ocasião da florada, permanecendo sobre a baga em desenvolvimento. Pode ocorrer dessecamento parcial ou total dos cachos, necrose nas bagas, interna e externamente (Winkler *et al.*, 1974; Christensen *et al.*, 1978; Nogueira & Fráguas, 1984). O boro parece fazer parte da formação da parede celular e, em plantas deficientes, há o rápido endurecimento da parede, o que não permite o aumento normal do volume da célula (Fregoni, 1980). Na região do Submédio São Francisco também é comum ocorrerem sintomas de toxidez nas plantas, em função do aporte de doses elevadas desse nutriente nos vinhedos. Os sintomas de excesso manifestam-se pela necrose do limbo foliar (Pereira *et al.*, 2000).

• Cobre

O cobre em solos com baixo teor de matéria orgânica, está quase que exclusivamente na forma cúprica, Cu⁺², aparecendo em maior proporção adsorvido aos minerais de argila e aos hidróxidos de ferro. Em solos orgânicos, a toxidez de cobre dificilmente se manifesta pois a matéria orgânica age como agente quelante do cobre, evitando que este torne-se tóxico às culturas (Malavolta, 1980).

Na videira não se verifica a carência de cobre. Ao contrário, em algumas situações podem-se observar os danos causados pela presença excessiva desse elemento, sob a forma de clorose das folhas e dos ramos novos (pelo bloqueio do ferro), redução do desenvolvimento do sistema aéreo e radicular, escassa germinação do pólen, resultando em baixa fertilização das flores e uma queda muito grande de bagos (Nogueira & Fráguas, 1984). Para Malavolta (1980) a toxidez provocada pelo cobre decorre do acúmulo, no solo, de produtos contendo esse elemento, os quais são utilizados no

controle de doenças das plantas, como é o caso do míldio e do cancro bacteriano na videira.

• Manganês

O manganês tem sua disponibilidade no solo reduzida pela elevação do pH, como também por teores elevados de matéria orgânica, fósforo, cobre e zinco, que resulta em complexação do elemento (Rajj, 1991). Nessas condições e em períodos de seca podem aparecer sintomas de deficiência de manganês em videiras. Os sintomas de carência consistem em uma clorose marginal e internerval não bem definida.

Todavia, muito mais freqüente e mais severa que a deficiência é a toxidez desse elemento em muitas culturas, em condições de solos ácidos das regiões tropicais e subtropicais (Malavolta, 1980).

Na cultura da videira, no Submédio São Francisco, foram observados sintomas de toxidez por manganês, em locais com solos mal drenados, com problemas de encharcamento. Nessas condições, o manganês é reduzido e liberado para a solução do solo em teores considerados tóxicos para as culturas (Malavolta, 1980). A toxidez se manifesta com necrose internerval, evoluindo para um dessecamento total e queda das folhas (Fregoni, 1980).

• Ferro

O ferro é um elemento imóvel na planta e, por essa razão, os sintomas de deficiências surgem nas partes terminais com paralisação do crescimento. Os sintomas de carência de ferro na videira manifestam-se inicialmente nas folhas novas, como uma clorose internerval do limbo, permanecendo um reticulado verde fino nas nervuras, como comprovado em estudo de deficiência em plantas de videira desenvolvidas em hidroponia. Os sintomas evoluem para a necrose da margem das folhas e queda prematura das mesmas (Christensen *et al.*, 1978; Nogueira & Fráguas, 1984).

Nas videiras implantadas no Projeto Mandacaru, em consequência do elevado teor de cálcio ativo no solo e do pH elevado, surgem sintomas de deficiência de ferro, que nesse caso é denominada de clorose férrica. Essa clorose também está relacionada ao conteúdo excessivo de outros elementos no solo como fósforo, potássio, manganês e cobre. Em condições de solos mal drenados, com problemas de encharcamento, a redução do ferro para formas solúveis é favorecida, tornando-o altamente disponível para as plantas, podendo até causar fitotoxidez.

• Zinco

O zinco é elemento importante no grupo ativo de enzimas, tais como, anidrase carbônica, aldolase, superóxido dismutase e outras (Marschner, 1995).

Os sintomas de deficiência surgem nas folhas novas e variam de acordo com o grau da deficiência e entre variedades (Christensen *et al.*, 1978). Geralmente os internódios ficam curtos, com folhas pequenas e cloróticas, com uma faixa verde ao longo das nervuras principal e secundária. Mullins *et al.* (1992) comenta que a grande influência do Zn no crescimento dos ramos é devida ao fato deste ser essencial na síntese de triptofano, um precursor do fitormônio ácido indolilacético (AIA), que é responsável pela alongamento celular.

A carência desse elemento é detectada pelos seguintes sintomas: folhas muito pequenas, manchas amarelas como mosaico, assimetria das folhas, dentes muito agudos, alargamento ou fechamento do seio peciolar, folhas muito lobadas, cachos pouco compactos, desenvolvimento de muitas feminelas, entrenós curtos (Fregoni, 1980). Videiras deficientes tendem a produzir cachos menores que o normal. As bagas apresentam tamanho variável, de normal a muito pequenas. Em variedades com semente, as bagas de menor tamanho podem não apresentar semente. Essas bagas geralmente permanecem duras e verdes e não amadurecem (Christensen *et al.*, 1978).

A deficiência do zinco está relacionada com pH elevado, altos níveis de adubação fosfatada, solos encharcados e sem aeração (Rajj, 1991).

Tabela 2. Aspectos relacionados com a forma encontrada no solo e absorvida de micronutrientes, mobilidade nas plantas, funções e compostos formados nas fruteiras.

Micro-nutrientes	Forma encontrada no solo	Forma absorvida pela videira	Mobilidade na planta	Função na Videira	Compostos formados
B	Borossilicatos, combinado com os complexos argilo-húmico	$B_4O_7^{2-}$, $H_2BO_3^-$ HBO_3^{2-} , BO_3^{3-}	Imóvel	Metabolismo e movimento de carboidratos, coordenação com fenóis e divisão celular	Borato, cadeia em composto com polióis
Cu	Adsorvido aos minerais de argila, aos hidróxidos de ferro e às micelas dos colóides orgânicos	Cu^{2+} e Cu^+	Imóvel	Grupo ativo de enzimas, fotossíntese	Polifenoloxidase, plastocianina, azurina, estelacianina, umecianina
Fe	Minerais primários e secundários, forma quelatos com M.O.	Fe^{2+} e Fe^{3+}	Imóvel	Síntese de proteínas, síntese da clorofila, grupo ativo em enzimas e em transportadores de elétrons	Citocromo, ferredoxina, catalase, peroxidase, redutase de nitrato, nitrogenase redutase de sulfito
Mn	Minerais primários e secundários, forma quelatos com M.O.	Mn^{2+}	Pouco móvel	Fotossíntese, metabolismo de ácidos orgânicos	Manganina
Zn	Minerais primários, formas trocáveis na argila e matéria orgânica	Zn^{2+}	Pouco móvel	Enzimas	Anidrase carbônica, aldolase
Cl	Ocorre como íon cloreto	Cl^-	---	Fotossíntese	Cloretos
Mo	Minerais primários e secundários, adsorvidos a óxidos hidratados de Fe e Al, na matéria orgânica	MoO_4^{2-}	Móvel	Fixação de N_2 , redução de NO_3^- a NO_2^- e oxidação do ácido ascórbico	Redutase de nitrato e nitrogenase

- **Molibdênio**

A deficiência se manifesta nas folhas como clorose, nervuras brancas, deformação e necrose nas margens, devido ao excesso local de nitrato (Fregoni, 1980). Em videiras, a carência de molibdênio é praticamente inexistente, entretanto, pode ocorrer, uma vez que no Submédio São Francisco, a carência desse nutriente foi detectada em plantações de melão (Faria & Pereira, 1982).

- **Cloro**

É absorvido na forma de íon monovalente (Cl⁻). Para Marschner (1995), a importância do cloro em termos de requerimento funcional para plantas superiores não é bem esclarecida, desde que resguardadas algumas exceções. Sabe-se ser necessário para a fotólise da água, ou seja na evolução fotossintética do O₂ no fotossistema II; para estimular a bomba de prótons ATP-ase do tonoplasto; na regulação dos estômatos de algumas plantas, principalmente, palmeiras; e age na divisão celular. Na maioria das plantas, o efeito da deficiência de cloro é a redução da área foliar.

Em videiras não é comum aparecer sintomas de deficiência de cloro, em função da grande quantidade de cloreto de potássio utilizada para suprir as exigências da cultura em potássio. Contudo, o cloreto é um dos íons importantes em solos com excesso de sais e pode ser absorvido em grandes quantidades pela videira, provocando toxidez, caracterizada por necrose das bordas das folhas (Christensen *et al.*, 1978).

- **RELAÇÃO ENTRE NUTRIENTES**

- **Excessos induzindo a falta**

- **Nitrogênio**

Excesso de N ⇒ aumento na exigência de K⁺ e Mg²⁺

- **Fósforo**

Excesso de P ⇒ deficiência de Fe e Zn

Altas concentrações de P ⇒ inibe absorção de Cu

- **Potássio**

Excesso de K ⇒ relação K₂O/MgO é maior que 10

Excesso de K ⇒ menor absorção de Ca²⁺ e Mg²⁺

- **Cálcio**

Excesso de Ca ⇒ menor absorção de K⁺, Mg²⁺ e B

Excesso de Ca ⇒ clorose férrica

Excesso de calagem com elevação do pH acima de 6,5 ⇒ diminui disponibilidade de Fe, Cu, Mn e Zn no solo

- **Magnésio**

Excesso de Mg ⇒ induz deficiência de K⁺

- **Cobre**

Excesso de Cu \Rightarrow induz deficiência de ferro

Altas concentrações de Cu no solo \Rightarrow diminui absorção de Mo e Zn

- **REVISÃO DAS INFORMAÇÕES SOBRE CALAGEM E ADUBAÇÃO DA VIDEIRA**

Na literatura encontram-se diversos trabalhos que investigam os efeitos da adubação sobre a produção e qualidade dos cachos da videira e do vinho produzido. Muthukrishnan e Srinivasan (1974) em estudo sobre o estado nutricional de trinta vinhedos sob condições de clima tropical, encontraram uma correlação negativa entre o teor de nitrogênio nos pecíolos e a fertilidade das gemas, enquanto que o teor de fósforo foi positivamente correlacionado com o peso dos cachos. Existem também evidências de que as reservas em N dos sarmentos é que são utilizadas para o desenvolvimento dos ramos, mais do que o N adicionado, em adubações, durante esta fase de crescimento. Baldwin (1966) constatou que baixos teores de N, altos de P e estresse hídrico são fatores associados com a alta fertilidade das gemas da 'Thompson Seedless'.

Christensen (1975) em trabalho realizado na Califórnia, observou que aplicações de potássio no solo causaram um marcante aumento na fertilidade das gemas latentes em vinhedos da 'Thompson Seedless'.

Um aporte adequado de nitrogênio é necessário para a formação do primórdio da inflorescência e para a diferenciação das flores, entretanto, um aporte elevado deste nutriente pode resultar na redução do florescimento e no exacerbado crescimento do sistema aéreo (Srinivasan e Mullins, 1981).

Kliwer (1989-90), usando doses elevadas de nitrogênio (448kg de N/ha), obteve aumento na produção de uvas 'Thompson Seedless', constatando, porém, uma redução no teor de sólidos solúveis e no teor de potássio do suco das uvas.

Num estudo para determinar o uso do nitrogênio pela 'Thompson Seedless', Williams (1987) observou que uma significativa quantidade de N foi mobilizada das raízes para a parte aérea da planta, no período compreendido entre a brotação das gemas e o florescimento, havendo logo após, uma reposição das reservas de N nas raízes.

Skinner e Matthews (1992) estudaram o papel do P na concentração foliar de Mg e na fotossíntese, em experimentos de campo e em casa de vegetação, com as variedades Chenin Blanc, Chardonnay e Carignane. Os autores observaram que sob baixa disponibilidade de P no solo, a taxa de fotossíntese na folha foi limitada pela baixa concentração foliar de magnésio. Os resultados obtidos indicam que a translocação de Mg das raízes para a parte aérea da videira é dependente do suprimento de P para a raiz e sugerem que a translocação de Mg é mais sensível ao suprimento de P do que a própria absorção de Mg.

Os solos da região do Submédio São Francisco são, em geral, de baixa fertilidade natural, principalmente com relação ao nitrogênio e ao fósforo. Os latossolos, podzólicos e areias quartzosas apresentam, também, baixos teores de cálcio, magnésio e potássio. Com relação aos micronutrientes, foram observadas deficiências de boro e zinco na videira, havendo a possibilidade de ocorrer, também, deficiência de molibdênio. De uma maneira generalizada, todos os solos apresentam baixos teores de matéria orgânica, em torno de 10 g dm⁻³ de solo (Pereira *et al.*, 2000).

- **CALAGEM**

Em regiões de clima seco, onde o intemperismo é pouco efetivo, os solos apresentam baixa acidez com valores de pH entre 5,0 e 6,5 e teores de alumínio praticamente nulos, de modo a não ocasionar problemas para o desenvolvimento da videira. Desta forma, adiciona-se calcário aos solos somente com o intuito de corrigir os teores de cálcio e magnésio, que em muitas situações são deficientes.

Em solos com acidez efetiva, que apresentam cargas hidrogeniônicas e baixo teor de alumínio, pode-se utilizar o seguinte método para cálculo da necessidade de calcário:

$$NC = \frac{CTC (V_2 - V_1)}{PRNT}$$

onde,

NC (t.ha⁻¹) = necessidade de calagem

CTC (cmol_c dm⁻³) - Capacidade de troca de cátions do solo

PRNT – poder relativo de neutralização total do calcário, diz respeito à qualidade do calcário.

V (%) – valor de saturação das cargas negativas dos colóides do solo por bases (Ca²⁺, Mg²⁺, K⁺, Na⁺)

V₁ – saturação de bases obtida na análise

V₂ – saturação de bases que deseja-se atingir

A calagem é ajustada de acordo com as necessidades de cada cultura, bastando para isso alterar o valor de V₂. Para a cultura da uva considera-se V₂ = 80%.

No entanto, um elevado número de solos apresentam 100% de saturação das cargas, embora com baixa CTC, impossibilitando o uso desta fórmula. Nestes caso é importante elevar a CTC do solo pelo aporte de quantidades elevadas de adubos orgânicos no solo dos vinhedos a serem implantados ou em produção.

Em áreas onde a CTC a pH 7,0 é inferior a 2 mmol_c dm⁻³, o ideal é parcelar o calcário que será usado para elevar os níveis de cálcio e magnésio trocáveis no solo. O calcário deve ser aplicado a lanço, incorporado por meio de gradagem da camada superior do solo, até a profundidade de 20cm, e parcelado nos ciclos de produção. Em pomares já estabelecidos, o calcário deve ser aplicado a lanço, sobre faixas entre as fileiras de plantas e depois incorporado ao solo. Neste caso, deve-se levar em consideração a área das faixas e não a área total do terreno para se calcular a quantidade do corretivo.

Ao utilizar-se o gesso como fonte de cálcio, a dose desse insumo é calculada como sendo 1/3 da dose de calcário recomendada. A aplicação de gesso deve ser feita com muito cuidado, principalmente em solos com baixa CTC. No Submédio São Francisco a maioria dos solos estão nessa condição. Recomenda-se a utilização de gesso apenas em algumas situações: (1) em solos com excesso de Na. Neste caso, a aplicação de gesso deve ser seguida de irrigação abundante e drenagem eficiente; (2) em solos que apresentem Al³⁺ na camada subsuperficial; (3) em solos com relação Ca:Mg próxima de 1:1.

• ADUBAÇÃO ORGÂNICA

Inúmeros estudos têm mostrado uma estreita relação entre os elevados teores de matéria orgânica nos solos e as altas produções dos vinhedos, portanto, torna-se indispensável a utilização de adubos orgânicos no cultivo da videira na região, onde predominam solos com elevado teor de areia e baixo teor de matéria orgânica.

Nesta situação, entre os principais benefícios advindos do uso de quantidades elevadas de adubos orgânicos cita-se o aumento da atividade microbiana, resultando na liberação de nutrientes após processos oxidativos e conseqüente elevação da capacidade de troca catiônica; assim como, maior retenção de água e controle da temperatura do solo. As fontes de matéria orgânica mais empregadas são os esterco bovino e caprino e, em menor escala, “húmus” de minhoca, composto e outros adubos orgânicos. O esterco de curral pode ser usado em quantidades elevadas, como 40litros/planta/ciclo, dependendo de sua disponibilidade.

• **ADUBAÇÃO MINERAL**

A adubação visa complementar os teores de nutrientes existentes no solo para a obtenção de produtividades econômicas. Para isso, é necessário que seja feita de maneira correta, pois a falta ou o excesso podem comprometer a produção. Pode-se prever com correção a adubação a ser realizada em um vinhedo, monitorando-se a área por meio de análises de solo e de planta.

A adubação utilizada na região varia bastante em função do solo e da produtividade esperada, que se situa entre 10 e 30 t/ha/safra; essa variação reflete o nível de tecnologia utilizado no vinhedo. O uso de insumos e de práticas modernas de manejo só se refletem em aumentos de produtividade, quando o vinhedo é bem conduzido desde a sua implantação.

Considerando-se que a videira é uma cultura bastante exigente em nutrientes, torna-se necessário um aporte de macro e micronutrientes suficientes para a obtenção de alta produtividade e frutos de qualidade. As quantidades de nutrientes usadas no Submédio São Francisco situam-se entre 50 e 250 kg/ha/safra de N, 60 e 360kg/ha/safra de P_2O_5 , 40 e 300 kg/ha/safra de K_2O . As doses de magnésio e de micronutrientes são muito variáveis.

Utiliza-se, ainda, esterco de curral como condicionador do solo e fonte de nutrientes; calcário dolomítico como corretivo e fonte de cálcio e magnésio, gesso como fonte de cálcio; termofosfatos, além de inúmeras fórmulas comerciais contendo micronutrientes. Estas últimas são utilizadas de maneira generalizada, com a finalidade de corrigir possíveis carências.

A época e o modo de aplicação dos fertilizantes é, também, muito variável entre os produtores, independentemente do nível tecnológico adotado. Por essa razão, nem sempre o uso de níveis elevados de nutrientes reflete em alta produtividade ou em produtos de melhor qualidade.

O manejo de adubação da videira envolve três fases: 1) adubação de implantação; 2) adubação de crescimento e 3) adubação de produção.

• **Adubação de implantação**

Depende, essencialmente, da análise do solo. Os fertilizantes minerais e orgânicos são colocados na cova e misturados com a terra da própria cova, antes de se fazer o transplante das mudas. A quantidade dos fertilizantes minerais (fontes de fósforo e potássio), serão de acordo com a análise de solo (Tabela 4).

• **Adubação de crescimento**

Constitui-se das aplicações de nitrogênio, fósforo e potássio através de fertilizantes minerais. As adubações nitrogenadas, devem ser parceladas em aplicações quinzenais de 5 g de N/planta durante os primeiros seis meses e de 8 g de N/planta no período seguinte, até a poda de formação. O potássio, também, deve ser parcelado em aplicações quinzenais. O fósforo, juntamente com 20 litros de esterco de curral por planta, deve ser aplicado de uma só vez, seis meses após o plantio (Tabela 4).

Tabela 4. Adubação a ser efetuada na época de implantação e crescimento da cultura da uva.

Adubação ¹	N g/cova	P Mehlich-1, mg dm ⁻³				K solo, cmol _c dm ⁻³			
		<11	11 a 20	21 a 40	> 40	<0,16	0,16-0,30	0,31-0,40	>0,45
		P resina, mg dm ⁻³				K solo, mmol _c dm ⁻³			
		<12	13 a 30	31 a 60	> 60	<1,6	1,6 - 3	3,1 - 4,5	>4,5
		P ₂ O ₅ , g/cova				K ₂ O, g/cova			
Implantação	-	160	120	80	40	-	-	-	-
Crescimento (0-8 meses)									
Muda enxertada	260	-	-	-	-	160	120	80	40
Porta-enxerto	130	-	-	-	-	160	120	80	40

¹ Adicionar como fonte de P o superfosfato simples, ou como de N o sulfato de amônio, com o objetivo de se fornecer S às plantas.

• Adubação de produção

Após a primeira poda de frutificação, deve-se adubar o vinhedo a cada ciclo vegetativo, utilizando-se esterco, fósforo, potássio e nitrogênio, de forma equilibrada, sempre respeitando as necessidades da cultura (Tabela 5). Até o quarto ciclo de produção da videira, a análise de solo que foi feita antes do plantio, associada às análises foliares, ainda pode ser útil para determinação das doses de fósforo e potássio. Posteriormente, as análises foliares assumem maior importância nos critérios das recomendações de adubação.

Tabela 5. Adubação de produção por ciclo

Produtividade esperada t/ha	N, kg/ha	P Mehlich-1, mg dm ⁻³				K ¹ solo, cmol _c dm ⁻³			
		<11	11a20	21a40	> 40	<0,16	0,16-0,3	0,31-0,45	>0,45
		P resina, mg dm ⁻³				K ¹ solo, mmol _c dm ⁻³			
		<12	13a30	31a60	> 60	<1,6	1,6 - 3	3,1 - 4,5	>4,5
		P ₂ O ₅ , kg/ha				K ₂ O, kg/há			
< 15	120	100	80	60	40	120	100	80	60
15 – 25	160	130	110	80	50	200	160	140	100
25 – 35	200	160	140	100	60	300	240	200	130
> - 35	240	200	160	120	80	400	320	240	160

¹ Aplicar até o terceiro ano o K na forma de sulfato de potássio.

O esterco e o fósforo são aplicados após cada colheita, em sulcos abertos, alternadamente, em cada lado da linha das plantas. Nos ciclos do primeiro ano de produção, os sulcos se localizam a 50 cm de distância das plantas, no segundo ano, a 80 cm e no terceiro em diante, a 100 cm. Essas distâncias estarão relacionadas com o crescimento do sistema radicular, que deve ser efetivo a partir do momento em que a muda começa a expandir as raízes até o total estabelecimento da planta, quando as raízes deverão ocupar o máximo da área do solo a elas destinada (Albuquerque, 1996).

As adubações com nitrogênio e potássio são realizadas em cobertura no local onde existir maior umidade e proximidade do sistema radicular, fazendo-se, a seguir, uma pequena incorporação dos adubos. As quantidades de nutrientes a serem aplicados por meio da adubação mineral, estão descritas na Tabela 5.

Considerando que as aplicações de fertilizantes fosfatados deixam grandes quantidades de resíduos de fósforo no solo, que com a acumulação ao longo do tempo terminam por corrigir os níveis

desse nutriente no solo, adotou-se uma única dose de 100g de P_2O_5 /planta/ciclo na adubação, a partir do quinto ciclo em diante de produção, independente da análise inicial de solo, contanto que as recomendações das adubações anteriores tenham sido obedecidas. Para o potássio, embora as acumulações dos resíduos das adubações potássicas sejam menores do que as das adubações fosfatadas, considerando-se a dificuldade de interpretação de análise de solo para culturas perenes, adotou-se, também, uma única dose de 160 g de K_2O /planta/ciclo a partir do quinto ciclo de produção. Para o nitrogênio, nesse período, a dose é de 120 g de N/planta em cada ciclo.

Em relação ao magnésio, recomenda-se aplicar 10 g/planta de magnésio na forma de sulfato de magnésio ou de calcário dolomítico logo após a colheita, ou fazer seis aplicações foliares com sulfato de magnésio a 2,0 %, com intervalos de quinze dias, a partir da floração. Em solos com teores elevados de magnésio não são necessárias essas aplicações.

Quanto aos micronutrientes, recomendam-se 4,5 g de Zn e 1,0 g de B aplicados por planta, uma vez ao ano, logo após a colheita, e fazer seis aplicações foliares com sulfato de zinco a 0,3 % e ácido bórico a 0,1 %, ou de um fertilizante foliar comercial que contenha esses nutrientes, com intervalos de quinze dias, a partir da floração.

• Parcelamento das adubações

Levando-se em consideração as necessidades das videiras durante a fase produtiva da cultura deve-se realizar as adubações de forma parcelada durante cada ciclo de cultivo, segundo os valores apresentados na Tabela 06.

Tabela 6. Parcelamento das adubações:

Fases	N	P	K
% da dose total			
Fundação ¹	-	70	30
Brotação	30	-	-
Desbrota	30	-	-
Pós-floração	20	30	15
Crescimento das bagas	20	-	15
Amolecimento	-	-	2x20

¹Essa fase compreende o período que antecede a poda, com a cultura já formada.

• Adubações com micronutrientes

As doses de micronutrientes a serem aplicadas no solo, de acordo com a tabela abaixo usar a análise de solo para.

Tabela 7. Adubação do solo com boro e zinco

Micronutrientes	Teor no solo	Dose do micronutriente
	(mg dm ⁻³)	(kg ha ⁻¹)
B (água quente)	0 a 0,2	1
	> 0,2	0
Zn (DTPA)	0 a 0,7	4
	> 0,7	0

• **Adubações foliares**

Na cultura da videira é importante aplicações foliares de magnésio e, em algumas situações, também de zinco e ferro. Recomenda-se aplicar solução de sulfato de magnésio a 2%, em intervalos de quinze dias a partir da floração.

No caso de solos muito pobres em cálcio e/ou vinhedos com carga elevada deve-se aplicar soluções foliares contendo cálcio na época de formação das bagas.

Quando necessário, aplicar soluções foliares de sulfato de zinco (0,3%), na brotação, e de ferro, na fase de crescimento das bagas de uvas coloridas.

• **REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

- ALBUQUERQUE, T.C.S. de. **Uva para exportação: aspectos técnicos para produção**. Ministério da Agricultura e Abastecimento, Secretaria de Desenvolvimento Rural, Programa de Apoio à Produção e Exportação de Frutas, Hortaliças, Flores e Plantas Ornamentais. Brasília: Embrapa-SPI, 1996. 53p. (Série Publicações Técnicas FRUPEX; 25). Com a colaboração de: Clemente Ribeiro dos Santos, Francisca Nemauro Pedrosa Haji, Gilberto Gomes Cordeiro e outros.
- ALBUQUERQUE, T.C.S. de. **Absorção de macronutrientes pelas cultivares de videira Thompson Seedless e Italia sob efeito de diferentes retardadores de crescimento e porta-enxertos**. Piracicaba: Universidade de São Paulo, 1998. 69p. Tese de Doutorado.
- BALDWIN, J.G. The effect of some cultural practices on nitrogen and fruitfulness - in the Sultana vine. **American Journal of Enology and Viticulture**, v.17, p.58-62, 1966.
- BOSELLI, M. La concimazione fogliare della vite com particolare riguardo ai più importanti microelementi. **Vignevini**, v.10, n.5, p.31-34, 1983.
- CHRISTENSEN, L.P. Long-term responses of Thompson Seedless vines to K-fertilizer treatment. **American Journal of Enology and Viticulture**, v.26, p.179-183, 1975.
- CHRISTENSEN, L.P. Boron application in vineyards. **California Agriculture**, Berkeley, v.40, n.3/4, p.17-18, 1986.
- CHRISTENSEN, L.P.; KASIMATIS, A.N.; JENSEN, F.L. **Grapevine nutrition and fertilization in the San Joaquin Valley**. Berkeley: University of California, 1978. 40p. il.
- DECHEN, A.R. **Acúmulo de nutrientes pela videira (Vitis labrusca L. x Vitis vinifera L.) cv. 'Niagara Rosada', durante um ciclo vegetativo**. Piracicaba: USP-ESALQ, 1979. 133 p. Dissertação Mestrado.
- FARIA, C.M.B. de; PEREIRA, J.R. **Ocorrência do "amarelão" no meloeiro e seu controle**. Petrolina, PE: EMBRAPA-CPATSA, 1982. 2p. (EMBRAPA-CPATSA. Comunicado Técnico, 8).
- FREEMAN, B.M.; SMART, R.E. Research note: A root observation laboratory for studies with grapevines. **American Journal of Enology and Viticulture**, Davis, v.27, n. 1, p.36-39, 1976.
- FREGONI, M. **Nutrizione e fertilizzazione della vite**. Bologna: Edagricole, 1980. 418p. il.
- FREGONI, M. Vademècum sulle carenze e tossicità degli elementi meso e micronutritivi della vite. **Vignevini**, Bologna, v.9, n.3, p.19-25, 1982.
- FREGONI, M.; FRASCHINI, P. Concimazione del uva da tavola. **Vignevini**, Bologna, v.16, n.10, p.27-31, 1989.
- FREGONI, M.; SCIENZA, A. Aspetti della micronutrizione di alcune zone viticole italiane. **Vignevini**, Bologna, v.3, n.1, p.5-8, 1976.
- FREGONI, M.; SCIENZA, A. Ruolo degli oligo-elementi nella regolazione dell'accrescimento vegetativo della fruttificazione (produttività e qualità) della vite. Problemi diagnostici. **Vignevini**, Bologna, v.5, n.8, p.7-18, 1978.
- GIOVANNINI, E. **Produção de uvas para vinho, suco e mesa**. Porto Alegre: Renascença, 1999. 364p. il.
- KLIEWER, W.M. Influence of nitrogen fertilization and trellis training systems on nutritional status, crop yield and fruit composition of Thompson Seedless grape vines grow in California. In: UNIVERSITY OF CALIFORNIA. **Departmental report**. Davis, 1989-1990. p.71.
- MALAVOLTA, E.; PIMENTEL-GOMES, F.; ALCARDE, J.C. **Adubos e adubações**. São Paulo: Nobel, 2000. 200p.

- MALAVOLTA, E. **Manual de química agrícola: nutrição de plantas e fertilidade do solo**. São Paulo: Ceres, 1976. 528p.
- MALAVOLTA, E. **Elementos de nutrição mineral de plantas**. São Paulo: Agronômica Ceres, 1980. 251p.
- MARSCHNER, H. **Mineral nutrition of higher plants**. London: Academic Press, 1995. 889p.
- MENGEL, K.; KIRKBY, E.A. **Principles of plant nutrition**. Berna: International Potash Institute, 1987. 687p.
- MULLINS, M.G.; BOUQUET, A.; WILLIAMS, L.E. **Biology of grapevine**. Cambridge: Cambridge University Press, 1992. 239p.
- MUTHUKRISHNAN, C.R.; SRINIVASAN, C. Correlation between yield quality and petiole nutrients in grapes. *Vitis*, v.12, p.277-285, 1974.
- NOGUEIRA, D.J.P.; FRÁGUAS, J.C. Nutrição das videiras. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v.10, n.17, p.29-47, 1984.
- RAIJ, B. van. **Fertilidade do solo e adubação**. São Paulo: Agronômica Ceres, 1991. 343p.
- RAIJ, B. van; CANTARELLA, H.; QUAGGIO, J. A. & FURLANI, A. M. C., eds. **Recomendações de adubação e calagem para o Estado de São Paulo**, 2.ed. Campinas, Instituto Agronômico & Fundação IAC, 1996. 285p. (Boletim Técnico, 100).
- RAIJ, B. van; ANDRADE, J. C. de; CANTARELLA, H. & QUAGGIO, J. A., Eds. **Análise química para a avaliação de fertilidade de solos tropicais**. Campinas: Instituto Agronômico, 2001. 285p.
- SINGH, S.; BINDRA, A.S.; BRAR, S.S. Nutrients removal by grapevines (*Vitis vinifera*, L.) cv. Perlette. **Journal of Research Punjab Agricultural University**, Ludhiana, v.22, n.4, p.667-670, 1985.
- SKINNER, P.W.; MATTHEWS, M.A. A novel interaction of magnesium translocation with the supply of phosphorus to roots of grapevines (*Vitis vinifera*, L.). **American Journal of Enology and Viticulture**, Davis, v.43, n.2, p.218-219, 1992.
- SRINIVASAN, C.; MULLINS, M.G. Physiology of flowering in the grapevine - a review. **American Journal of Enology and Viticulture**, v.32, n.1, p.47-63, 1981.
- TERRA, M.M. **Seis anos de experimentação de adubação (NPK) em videira cultivar Niagara Rosada vegetando em um solo podzolizado, Indaiatuba, SP**. Piracicaba: ESALQ, 1989. 138p. Dissertação Mestrado.
- van ZYL, J.L. Response of Colombard grapevines to irrigation as regards quality aspects and growth. **South African Journal of Enology and Viticulture**, v.5, n.1, p.19-28, 1984.
- WEAVER, R.J. **Grape growing**. New York: J. Wiley, 1976. 371p.
- WILLIAMS, L.E. Growth of 'Thompson Seedless' grapevines: II. Nitrogen distribution. **Journal of the American Society for Horticultural Science**, v.112, n.2, p.330-333, 1987.
- WINKLER, A.J.; COOK, J.A.; KLIEWER, W.M.; LIDER, L.A. **General viticulture**. Berkeley: University of California, 1974. 710p. il.