

Adução mineral da videira

Teresinha Costa Silveira de Albuquerque
Eng^aAgr^o, Dr., Pesquisadora, Embrapa Semi-Árido
BR 428, km 152, Zona Rural, C.P. 23, CEP 56.300-970 Petrolina-PE
E-mail: terrealbu@cpatsa.embrapa.br

1. Introdução

A fertilização dos vinhedos é um dos mais significativos componentes do custo de produção da cultura da videira e exerce grande influência na produtividade e qualidade da uva e dos vinhos que dela se originam (Giovannini, 1999). No entanto, a correção do solo e a adubação, mesmo sendo práticas generalizadas entre os produtores, ainda são feitas, em muitos casos, de forma empírica, sem atentar para as reais necessidades em termos de solo e cultura. Mas, para se ter sucesso em qualquer exploração agrícola é necessário otimizar os fatores de produção, levando-se em conta que a produção de uvas de qualidade é decorrente, em grande parte, da nutrição equilibrada das videiras, sendo o equilíbrio atingido quando as plantas estão supridas com quantidades de nutrientes suficientes e satisfatórias para atender às necessidades de vegetar e produzir da cultura (Albuquerque, 1998). Atualmente, a utilização da análise de solo vem sendo complementada pela análise de pecíolos e/ou folhas, permitindo avaliar com maior precisão as necessidades de fertilização dos vinhedos, de modo a evitar a degradação das áreas cultivadas com videiras, com adubações excessivas e realizadas de modo errôneo. É importante sabermos avaliar a qualidade do solo, não só em termos de fertilidade química, como também sob a ótica da qualidade biológica, que vem sendo considerada como fator importante para a manutenção da qualidade ambiental.

O suprimento e absorção dos compostos químicos necessários para o crescimento e metabolismo das plantas podem ser definidos como nutrição (Mengel e Kirkby, 1987). Na videira, como em qualquer outra cultura, a nutrição mineral é o processo pelo qual a planta regula o próprio desenvolvimento através da absorção, transporte e redistribuição dos elementos nutritivos; que formam um conjunto de processos físicos, químicos, fisiológicos e biológicos, resultantes das interações entre as plantas e o meio no qual estão estabelecidas, ou seja, o tipo de solo, a umidade disponível, a quantidade de matéria orgânica e por fim 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 (Albuquerque, 1998).

O efeito benéfico da adição de água e resíduos orgânicos e mesmo minerais, é conhecido na agricultura a mais de dois mil anos, por exemplo, no vale do rio Nilo, as enchentes que traziam uma grande quantidade de resíduos orgânicos, tornavam o vale fértil e produtivo. Entretanto, o estudo dos elementos minerais que compõem as plantas só foi estabelecido como uma disciplina científica após os estudos de Justus von Liebig (1803-1873), que determinou serem o nitrogênio, enxofre, fósforo, potássio, cálcio, magnésio, silício, sódio e ferro, essenciais para o crescimento das plantas. O termo elemento ou nutriente mineral essencial foi proposto por Arnon e Stout em 1939, concluindo que a essencialidade dos elementos para as plantas, só é atendida quando são preenchidos os critérios de essencialidade abaixo descritos: As plantas não completam o ciclo de vida na ausência do elemento mineral

- O elemento não pode ser substituído por outro em sua função dentro da planta
- O elemento deve estar diretamente envolvido no metabolismo da planta

Com base nos critérios de essencialidade, foram identificados os 16 nutrientes

minerais classificados a seguir:

- Nutrientes orgânicos: carbono, hidrogênio e oxigênio
- Macronutrientes: nitrogênio, fósforo, potássio, cálcio, magnésio e enxofre
- Micronutrientes: boro, cobre, ferro, manganês, zinco, molibdênio e cloro
- Elementos úteis: sódio para o coqueiro e a beterraba; alumínio para o chá; silício e selênio para as gramíneas, cobalto (leguminosas) e níquel

Os elementos úteis são aqueles que são importantes para somente algumas espécies, que os necessitam em pequenas quantidades em algum processo metabólico por elas desenvolvido.

Segundo a classificação nutricional dos seres vivos, as plantas são classificadas como organismos litotróficos, pois fabricam seu próprio alimento a partir de substâncias minerais (Lithos = pedra; trophus = alimento).

2. Conhecimentos básicos

Para a compreensão da nutrição das plantas e, principalmente das plantas perenes, é importante conhecer profundamente a planta a ser cultivada, assim como o ambiente ao qual estará submetida, ou seja, o clima e o solo da área na qual a cultura será implantada.

• Planta

O entendimento de aspectos da planta ligados diretamente à produção é importante na ótica da nutrição, em função da quantidade e qualidade dos fertilizantes que serão disponibilizados para o cultivo e em que época eles serão mais ou menos importantes. Alguns aspectos que devem ser estudados para maior compreensão de como nutrir adequadamente um cultivo, são: ciclo fenológico e ciclo de crescimento das diferentes partes da planta, formação das gemas florais, processos fisiológicos e requerimento da planta por nutrientes.

* Ciclo fenológico

O ciclo fenológico de uma cultura pode ser definido como sendo as etapas de desenvolvimento das plantas, durante um ciclo de vida. Na videira o ciclo corresponde a uma safra, ou seja, a cada poda tem-se um novo ciclo fenológico.

Nas videiras, assim como em outras plantas cultivadas, o número médio de dias requerido após a poda, para os diferentes estádios fenológicos é variável para cada cultivar, sendo estabelecido geneticamente, o que resulta em cultivares de ciclo precoce, médio e tardio, conforme podemos observar na Tabela 1.

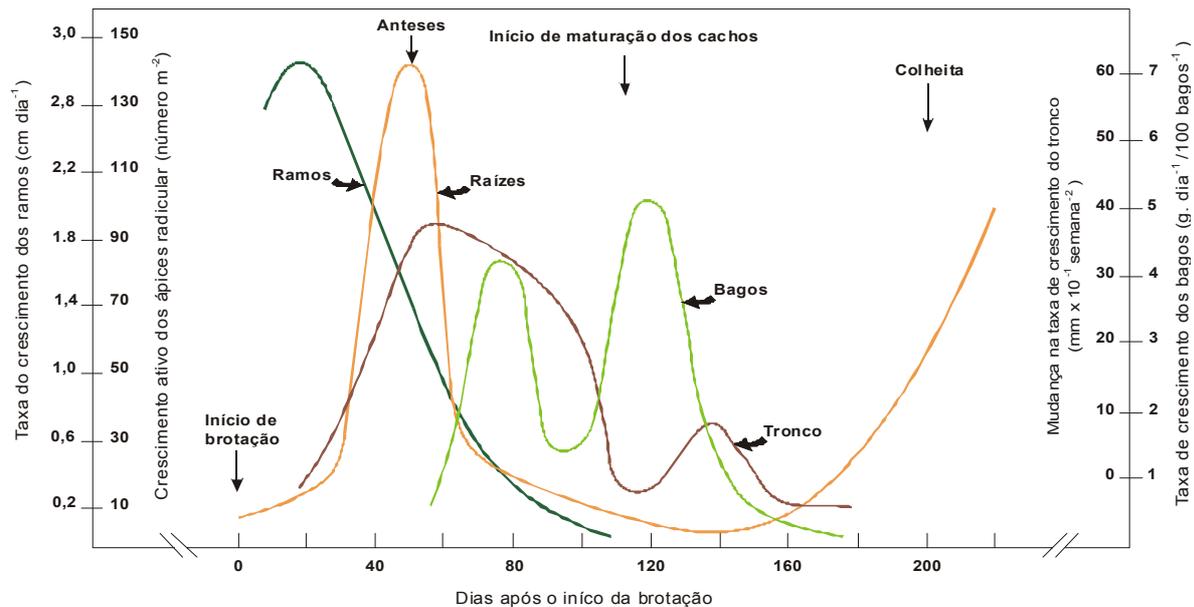
Tabela 01. Número médio de dias requeridos da poda até cada etapa do ciclo fenológico de cultivares de uvas com e sem sementes.

Fases fenológicas	Número de dias após a poda	
	com sementes	sem sementes
Início da Brotação	13 - 17	4 - 18
Plena floração	39 - 52	25 - 44
Início da maturação bagas	71 - 108	57 - 80
Final da maturação	100 - 141	94 - 131

* Ciclo de crescimento da videira

O crescimento das diferentes estruturas das videiras se processa de modo diferenciado, demonstrando que em cada fase existe uma mudança no papel

desempenhado por cada um dos órgãos, que agem como fonte ou como dreno, dando um direcionamento aos fotoassimilados. No período entre a poda e o pré-florescimento, os nutrientes absorvidos e armazenados no ciclo anterior deslocam-se para nutrir os ramos em crescimento. À medida que as panículas florais se desenvolvem, os fotoassimilados, substâncias elaboradas no processo fotossintético a partir dos nutrientes absorvidos, se translocam para promover a formação e desenvolvimento dos cachos, sendo estes os únicos drenos nesta fase fenológica. Na fase de maturação dos bagos, os fotoassimilados passam a desempenhar papel importante no crescimento radial do tronco e depois no período final da maturação dos frutos as raízes passam então a crescerem e a armazenar substâncias de



reserva para o próximo ciclo.

Figura 01. Taxa de crescimento dos ramos e do tronco e crescimento ativo das raízes em relação a taxa de crescimento dos frutos da videira Colombard na África do Sul. Williams e Matthews (1990)

Nos processos de aporte e absorção de nutrientes pela videira, é importante conhecer-se o modo como se efetua o fluxo de crescimento das raízes em videiras estabelecidas no campo. A maioria dos estudos de sistema radicular de videira tem sido realizada usando câmaras subterrâneas de observação de raízes para determinar a periodicidade de formação de novas raízes e a renovação das mesmas (Freeman e Smart, 1976; van Zyl, 1984). Esses trabalhos mostraram que um fluxo de crescimento das raízes ocorre por um breve período após começar o crescimento dos ramos, na primavera, tendo o pico de crescimento durante a antese. Um segundo fluxo de crescimento, maior, tem início após os frutos terem sido colhidos. As raízes formadas nesses dois fluxos de crescimento têm origem nas raízes permanentes da videira, e estas novas raízes são inicialmente brancas, tornando-se marrons com o processo de suberização. Foi observado também, que existe uma alternância do crescimento dos órgãos aéreos e das raízes, e que o crescimento destas últimas ocorre somente quando um excesso de fotossintetatos está disponível.

* Formação de gemas florais

O florescimento em videiras maduras é um processo fisiológico que tem início no ciclo anterior ao do aparecimento da panícula floral, quando da formação das gemas à medida que o ramo cresce. O processo de florescimento, descrito por Mullins (1986), começa com a formação de um primórdio não diferenciado, denominado de *anlage* (plural - *anlagen*), originado nos ápices meristemáticos das gemas latentes que estão se formando. A partir do *anlage* desenvolve-se ou o primórdio da inflorescência ou o primórdio da gavinha e a seguir as gemas latentes entram num processo de dormência. A diferenciação e desenvolvimento dos primórdios florais são controlados por uma série de mudanças

bioquímicas, desencadeadas por alterações em nível hormonal e celular e ocorre durante a maturação dos ramos. A formação final das flores ocorre por ocasião da brotação das gemas no ciclo seguinte, quando ocorre a indução do florescimento. Estas etapas do desenvolvimento floral são mediadas por fitohormônios e podem ser afetadas não só por reguladores de crescimento, fatores ambientais e nutricionais, como também pela alteração do vigor das produtoras através do uso de porta-enxertos mais ou menos vigorosos.

* **Processos fisiológicos**

- **Fotossíntese**

(Curso proferido por Dra. Bárbara França Dantas)

Aparato fotossintético

Espectro magnético fotossinteticamente ativo

Pigmentos fotossintéticos

Complexo fotossintético

Transporte fotossintético de elétrons

Ciclo de fixação do carbono

Fotorrespiração

* **Requerimento por nutrientes**

A videira, assim como as demais plantas, obtêm do ar o carbono (CO₂) e o oxigênio (O₂) necessários aos processos de fotossíntese e respiração. O hidrogênio, assim como parte do oxigênio, é retirado da água e os outros elementos são encontrados na solução do solo sob diversas formas. Os nutrientes minerais, tais como: 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.

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) observaram 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 extraída do solo (Mullins *et al.*, 1992).

A concentração da maioria dos nutrientes mineral nas videiras é mais alta no início do ciclo, diminuindo a medida que as plantas crescem. Williams (1987) e Williams *et al.* (1987) relatam 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 à 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* (Condei, 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 da cultivar considerada: idade da cultura, vigor, potencial produtivo, finalidade da produção (mesa ou vinho), tipo de condução e muitos outros aspectos.

- **Clima**

- * **Fatores ambientais ou extrínsecos**

- (Extraído da apostila de Dra. Bárbara França Dantas, apresentada no Curso de Fisiologia e Nutrição da Videira)

- **Irradiância**

- A luz solar é muito pouco utilizada pelos viticultores para maximizar a produtividade da cultura. Manipulando a largura e a altura da videira, por sistemas de condução, direção das fileiras e espaçamento, o viticultor pode aumentar quantidade total de luz interceptada pela folhagem, por unidade de área do vinhedo, e, assim, elevar a capacidade fotossintética do vinhedo. A intensidade de luz requerida para a máxima fotossíntese, em condições ambientais ótimas, varia de 580 a 970 $\mu\text{mol}\cdot\text{s}^{-1}\cdot\text{m}^{-2}$. Para colocar isso em termos mais facilmente compreensíveis, essa quantidade é igual a cerca de 1/3 a 1/2 da luz solar total num dia claro, ao redor do meio-dia, na Califórnia, para uma folha posta a um ângulo reto aos raios solares (uma curva de respostas típicas à luz é mostrada na Figura 02).

A intensidade da luz onde o ponto de máxima atividade fotossintética é atingido, conhecido como ponto de saturação de luz, é fortemente influenciado pela luz ambiental sob a qual as folhas crescem, sendo menor para aquelas sob condições de sombra do que para as crescidas a plena luz solar.

De um modo geral uma planta aclimatada a um ambiente de baixa irradiância (condição de sombra) possui as seguintes características quando comparada a uma planta aclimatada a um ambiente de alta irradiância (condição de sol):

- menor atividade respiratória;
- menor capacidade fotossintética;
- menor razão clorofila a/pigmentos acessórios;
- menor seção transversal de absorção dos pigmentos;
- menor concentração das enzimas do transporte de elétrons fotossintético e do ciclo de Calvin;
- menores pontos de compensação e saturação fotossintética;
- menor taxa de crescimento específico;
- maior teor de pigmentos;
- maior rendimento quântico de produção de O₂ em luz limitante;
- maior tamanho e/ou número das unidades fotossintéticas.
- as folhas dos vegetais aclimatados à alta irradiâncias são mais grossas e opticamente mais densas que as folhas aclimatadas à baixas irradiâncias;
- a quantidade de tecido não fotossintético é maior, e conseqüentemente, a razão chl a/biomassa é inferior nas plantas de sol;
- as plantas de sombra são mais susceptíveis a fotoinibição.

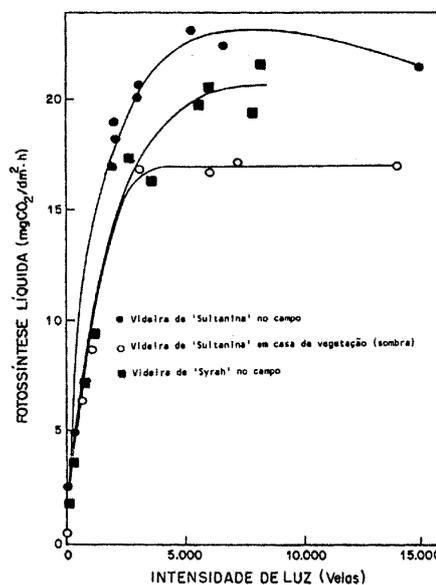


Figura 02. Efeito da intensidade da luz sobre a fotossíntese de folhas de videiras 'Sultanina' ('Thompson Seedless') e 'Syrah'. Kriedelman & Smart, 1971.

A luz solar plena não é usada efetivamente por todas as folhas da videira. Um típico dossel de videira representa muitas camadas de folhas e geralmente poucas diretamente expostas à luz total durante o dia inteiro. Uma única folha de videira vinífera de espessura média absorverá 90-95% da irradiância solar em comprimento de onda efetivo para fotossíntese (400 - 700nm), mas o nível de intensidade de luz que alcança as folhas sob a camada mais externa do dossel é menor do que a requerida para a fotossíntese máxima (Figura 03). De fato, se a luz deve passar através de duas camadas de folhas, a intensidade que alcançará a terceira camada estará teoricamente próxima do ponto de compensação

de luz (20-30 $\mu\text{mol. s}^{-1}\text{m}^{-2}$), ou da intensidade onde a taxa de fotossíntese apenas iguala a de respiração: assim, uma videira não ganhará nem perderá peso.

Dois outros fenômenos ajudam a aliviar a baixa irradiância que normalmente prevalece no interior do dossel, a saber: (a) a presença de luz difusa, isto é, refletida das nuvens, da superfície do solo, de impurezas no ar ou de qualquer outro objeto; a maioria da luz que atinge essas folhas interiores é difusa; (b) os flashes de luz que penetram no dossel em consequência do movimento das folhas causado pelo vento. Experimentos têm mostrado que a videira tem um mecanismo muito eficiente para utilizar esses raios de luz que atingem partes da folha e que somente 1% da sua área necessita ser iluminada para compensar as perdas respiratórias. Todavia, mesmo com luz difusa e com os raios de luz existem folhas no interior de vinhedos com dossel abaixo do ponto de compensação de luz: geralmente se tornam amareladas e eventualmente caem, o que é uma maneira natural de eliminar folhas improdutivas, evitando que se tornem consumidoras. Essa condição pode ser suprimida usando-se um sistema de condução de dupla cortina, permitindo que a maioria da área foliar de um vinhedo receba radiação solar direta.

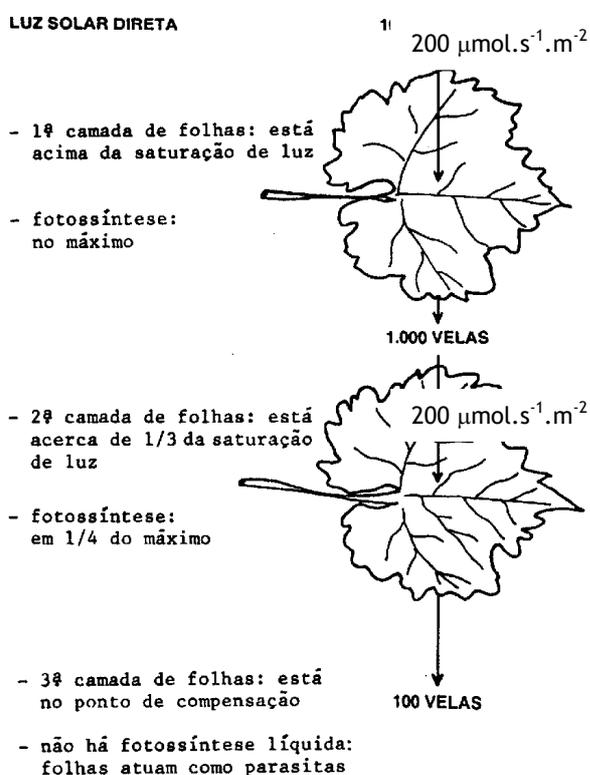


Figura 03. Representação diagramática da quantidade relativa de luz solar absorvida por diferentes camadas de folhas num dossel de videira denso.

- Temperatura

A temperatura determina a forma da curva de resposta à luz, uma vez que a fotossíntese envolve tanto reações bioquímicas como fotoquímicas. A curva de resposta da temperatura fotossintética pode ser dividida em três categorias: subótima, ótima e excessiva. A taxa de fotossíntese às temperaturas abaixo de 20°C é menor do que aquela entre 25 e 30°C, devido tanto à baixa atividade das enzimas carboxilativas quanto à atividade fotoquímica (Figura 04).

O aumento da temperatura induz a curto prazo:

- o aumento da atividade fotossintética;
- aumento da atividade respiratória;

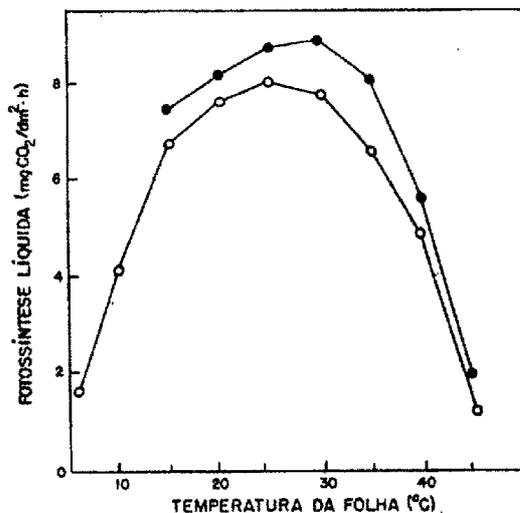
- diminuição da eficiência catalítica da RUBISCO;
- aumento das irradiâncias de compensação e saturação da fotossíntese;
- diminuição da eficiência fotossintética.

Os efeitos a longo prazo do aumento da temperatura são:

- há uma relação inversa entre a capacidade fotossintética (atividade fotossintética máxima em luz saturante) e a temperatura de crescimento;
- aumento na fluidez de membrana;
- aumento da atividade enzimática das enzimas do ciclo de Calvin;
- aumento do teor de pigmentos, do número e do tamanho das unidades fotossintéticas,
- aumento da eficiência fotossintética e da biomassa;
- diminuição das irradiâncias de compensação e de saturação da fotossíntese;
- diminuição da atividade respiratória e do estímulo da atividade fotossintética à temperatura.

A temperatura ótima para fotossíntese em folhas da videira é de 25 a 30°C (Figura 04). Essa temperatura, no entanto, não é necessariamente a ótima para o desenvolvimento de todas as partes da videira, uma vez que a translocação (transporte) de carboidratos e o metabolismo em raízes, ápices e frutos, podem processar-se melhor em diferentes temperaturas. É sabido, por exemplo, que a síntese de pigmentos antocianicos vermelhos na película das uvas é maior em temperaturas entre 15 e 20°C do que entre 25 e 30°C.

Figura 04. Efeito da temperatura na folha da videira 'Thompson Seedless' sobre a fotossíntese líquida. A intensidade de luz foi constante a cerca de $774 \mu\text{mol} \cdot \text{s}^{-1} \cdot \text{m}^{-2}$. A magnitude absoluta dos valores de fotossíntese líquida pode mudar de acordo com influências sazonais. Os círculos cheios representam videiras crescidas sob luz solar direta e os círculos vazios, as crescidas em casa de vegetação. Kriedemann (1968).



A fotossíntese cai rapidamente em temperaturas acima de 30°C e chega praticamente a zero a 45°C. Altas temperaturas reduzem a fotossíntese, através da instabilidade térmica de enzimas, dissecação de tecido e fechamento dos estômatos. Acima de 30°C, a respiração aumenta numa taxa mais rápida do que a fotossíntese. Temperaturas de folhas diretamente expostas à irradiância solar em ângulos retos, ao meio-dia, podem exceder a temperatura do ar até em 10°C, mas geralmente a temperatura dessas folhas, durante o dia, estão 0,5-5°C acima da temperatura do ar. O déficit de umidade também contribui para aumentar a temperatura das folhas acima da temperatura ambiente.

- Teor de água

A água é de grande importância na fotossíntese, não apenas como um constituinte da reação, mas, também, através do seu controle da abertura estomática e do seu efeito no murchamento das folhas. A água que combina bioquimicamente com o CO₂ da atmosfera representa menos que 1% da absorvida pelas raízes da videira, sendo o remanescente perdido na transpiração. Quando a demanda evaporativa causa transpiração da folha superior ao suprimento de água, desenvolve-se dentro da folhagem um estresse de água. Se o estresse, que é geralmente expresso como potencial de água da folha, excede -13atm (-1317 kPa), os estômatos se fecham e a fotossíntese pára (Figura 05).

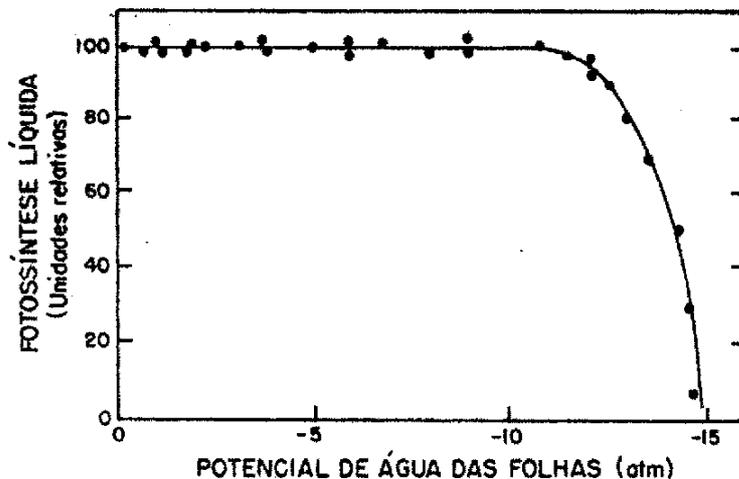


Figura 05. Mudanças na taxa de fotossíntese de folhas de 'Syrah' com aumento no estresse de água. A fotossíntese líquida é expressa em unidades relativas, onde 100=17,2mg CO₂.dm⁻².h⁻¹. Kriedemann & Smart (1971). 1 atm = 101,325 kPa.

Se houver água disponível suficiente, o suprimento de água da folha geralmente recupera-se, particularmente à noite, quando a demanda evaporativa e a transpiração são baixas. No entanto, se o suprimento de água permanece inadequado, a videira eventualmente murcha. Quando isso ocorre, a função estomática é temporariamente prejudicada, porque os estômatos deixam de reabrir-se, mesmo após a restauração da umidade adequada dentro da folha. Cerca de uma semana pode decorrer antes que a função estomática e a fotossíntese sejam totalmente restauradas (Figura 06). A demora em recobrar a performance fotossintética é devida à ação do ácido abscísico, um biorregulador que ocorre naturalmente nas plantas. Quando há estresse de água numa videira, aumentam os níveis de ácido abscísico. Este é conhecido como indutor do fechamento do estômato, de forma que o acúmulo excessivo do biorregulador nas folhas pode prolongar os efeitos de estresse de água na função estomática e, assim, contribuir para a recuperação vagarosa da fotossíntese.

* **Condições climáticas da área de produção** Em condições de clima temperado as estações climáticas são bem definidas no correr do ano e a videira possui um ritmo de vegetação descontínuo, ou seja, períodos de vegetação alternados com períodos de repouso e as plantas entram em dormência no inverno. No entanto, em condições de clima tropical, com temperaturas favoráveis ao desenvolvimento vegetativo das plantas (>12°C) durante o ano todo, as videiras vegetam e produzem em ciclos vegetativos contínuos, não havendo períodos de dormência. Os ciclos fenológicos são mais curtos, em função do ritmo de crescimento vegetativo ser mais rápido. Em média, a fase de crescimento vegetativo estende-se por um período de 100 dias e a fase de maturação dos

ramos, compreendida entre o início de maturação dos cachos até a próxima poda, tem um período mínimo de 50 dias.

- Solo

- * Fertilidade dos solos

A fertilidade dos solos está relacionada com fatores físicos, químicos e biológicos, estabelecendo-se que solos férteis são aqueles nos quais os fatores que os caracterizam, são favoráveis a produção de alimentos. Entretanto, a fertilidade de um solo pode ser melhorada ou altamente prejudicada pela atuação do homem.

- Características físicas

- ♦ Textura

A textura do solo é determinada pela proporção entre argila, silte e areia, ou seja, pelo tamanho das partículas que compõem a porção sólida do solo.

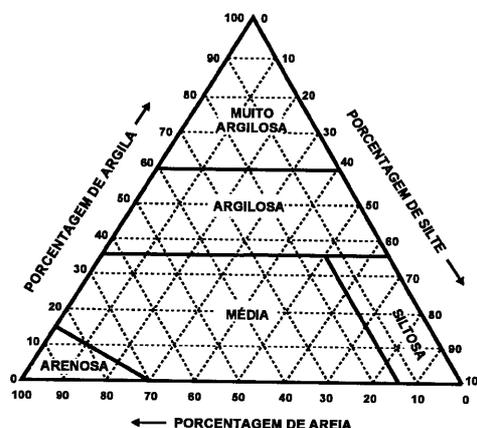


Figura 06. Versão simplificada das classes estruturais dos solos.

- ♦ Estrutura

A estrutura do solo resulta da maneira como estão associados os constituintes elementares (argila, silte e areia), se estão na forma primária, como em solos muito arenosos e cascalhentos ou se formam agregados. Da estruturação do solo resulta a porosidade ou coesão das partículas.

A formação dos agregados está intimamente relacionada com os colóides dos solos, pois é por meio destes que as partículas, mesmo as mais grosseiras, unem-se dando origem aos agregados. Os colóides podem ser os minerais de argila ou a matéria orgânica.

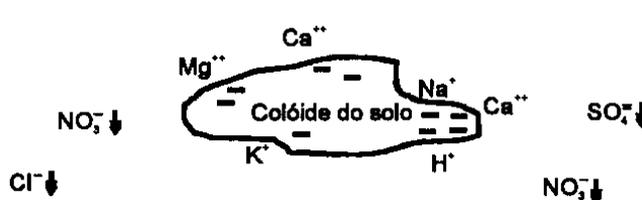


Figura 07. Atração dos cátions pelos colóides de cargas negativas (argilas e matéria orgânica) existentes no solo; os ânions são repelidos

- ♦ Propriedades químicas

pH: a disponibilidade dos nutrientes está em estreita correlação com o pH da solução do solo.

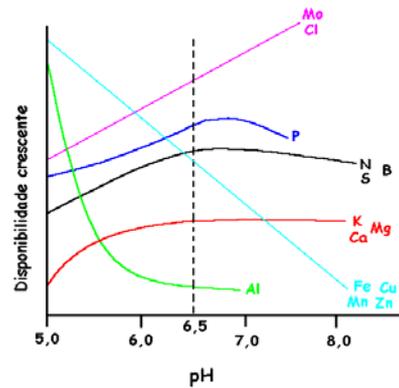


Figura 08. Disponibilidade dos nutrientes para as plantas segundo o pH da solução do solo.

No caso do fósforo podemos inferir ainda sobre a forma disponível para as plantas conforme observamos na Figura 09.

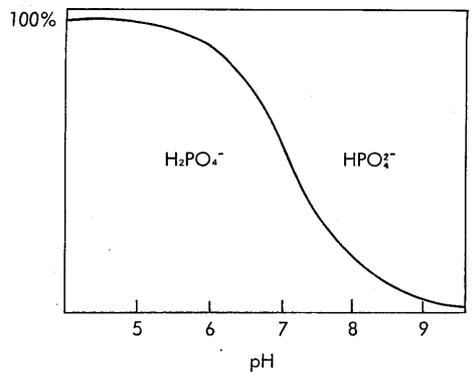


Figura 09. Formas disponíveis de fósforo segundo o pH do solo.

Capacidade de troca de cátions (CTC): característica do solo que está correlacionada com o teor de bases (Ca, Mg e K).

Tabela 02. Capacidade de troca de cátions de alguns minerais de argila e do húmus.

Fonte de CTC	CTC (meq/100g)
Caolinita	3 - 15
Ilita	10 - 40
Clorita	10 - 40
Haloisita	5 - 50
Montmorilonita	80 - 150
Vermiculita	100 - 150
Húmus	Até 400

3. Nutrientes essenciais e sintomas de deficiência

As videiras são cultivadas em unidades de solo com características químicas e físicas muito variáveis, desse modo torna-se 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.

As plantas necessitam de dezesseis elementos minerais para o seu desenvolvimento: carbono, hidrogênio, oxigênio, nitrogênio, fósforo, potássio, cálcio, magnésio, enxofre, boro, cobre, ferro, manganês, zinco, cloro e molibdênio.

A videira, assim como as demais plantas, obtêm do ar o carbono (CO₂) e o oxigênio (O₂) necessários aos processos de fotossíntese e respiração. O hidrogênio, assim como

parte do oxigênio, são retirados da água e os outros elementos são encontrados na solução do solo sob diversas formas. Os nutrientes minerais, tais como: 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 substancialmente prejudicadas. 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.

- * **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, deficiência de N devida à 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 gemas nas plantas (Srinivasan e Mullins, 1981).

- * **Fósforo**

O fósforo na planta, após ser absorvido na forma de H_2PO_4^- , em solos com pH favorável - entre 5,5 e 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 arroxeada 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. 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.

* **Enxofre**

A assimilação do enxofre pelas plantas é, em muitos aspectos, semelhante à 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 (SO_2) 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.

* 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 dessecação 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

Em solos com baixo teor de matéria orgânica, o cobre está quase que exclusivamente na forma cúprica, Cu^{+2} , aparecendo em maior proporção adsorvida 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 se torne 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 (Raij, 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 dessecação 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 (Foto 04). 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 pelo alongamento celular.

A carência desse elemento é detectada pelos seguintes sintomas: folhas muito pequenas, com manchas amarelas na forma de mosaico, assimetria entre os lóbulos 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, níveis altos de adubação fosfatada, solos encharcados e sem aeração (Raij, 1991).

* **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).

4. Extração e acúmulo de macro e micronutrientes

A quantidade de nutrientes extraídos do solo e acumulados pela videira é bastante variável, sendo, portanto, afetada por diversos fatores como cultivar e porta-enxerto avaliados, tipo de solo e condições de clima em que está estabelecido o vinhedo, manejo do vinhedo e do solo, técnicas de cultivo e produtividade. Albuquerque (1998) trabalhando com os porta-enxertos Tropical, Jales, Campinas, Dog Ridge, Salt Creek e Harmony em comparação com as produtoras Italia e Thompson Seedless, em condições de hidroponia, constatou que os porta-enxertos tem diferentes capacidades de absorção de nutrientes, sendo que o porta-enxerto Jales foi o que extraiu maior quantidade de nutrientes da solução nutritiva, sendo superior aos demais na extração de N, P, K e Ca, igualando-se ao Tropical na extração de Mg. Dechen (1979) avaliando o acúmulo de nutrientes em um ensaio conduzido com a variedade Niagara Rosada, constatou haver diferença no acúmulo de nutrientes nas folhas, sarmentos e cachos da videira em função da idade da planta.

5. Exportação de nutrientes pela colheita e pela poda

A exportação de nutrientes pela videira cultivar Niagara foi avaliada por Dechen (1979), que constatou que os nutrientes exportados em maior quantidade pelos cachos foram, em ordem decrescente, K, N e P e pelos sarmentos removidos na poda, K, Ca, N, Mg e P. Na variedade Perlette, Singh *et al.* (1985), observaram que os nutrientes removidos em maior quantidade pela colheita foram, em ordem decrescente, N, K e P e pelos ramos podados foram N, P e K. Assim, percebe-se que as variedades de uva apresentam diferentes exigências nutricionais.

6. Avaliação do estado nutricional da videira

O estado nutricional da videira pode ser monitorado por meio de análise química periódicas dos pecíolos ou limbos foliares, que permitem avaliar se os teores de nutrientes encontrados nas plantas são adequados à cultura em questão.

A quantidade de macro e micronutrientes encontrada na matéria seca dos tecidos vegetais constitui cerca de 10% do total, sendo o restante constituído por carbono, hidrogênio e oxigênio.

O uso da análise foliar, como método de avaliação do estado nutricional da videira, é uma prática bastante difundida entre os produtores de nível tecnológico mais elevado. Entretanto, é importante saber interpretar os resultados obtidos, em comparação com resultados padrões de plantas normais da área em questão, ou de áreas adjacentes.

A amostragem de um vinhedo deve obedecer aos seguintes critérios:

- a área a ser amostrada deve estar localizada em solo, o mais homogêneo possível;
- as plantas que compõem a amostra devem ser da mesma cultivar, terem a mesma idade e apresentar o mesmo nível de vigor e de produção;

- as plantas com sinais visíveis de ataque de pragas e/ou doenças deverão ser descartadas para a composição da amostra;
- não coletar amostras quando, nos dias anteriores, se fez uso de adubação no solo ou foliar, aplicaram-se defensivos, ou após períodos intensivos de chuvas;
- a amostra é coletada em plantas uniformemente distribuídas no vinhedo a ser avaliado, sendo constituída por 80 a 100 folhas;
- a época adequada para coleta das folhas é no período de plena floração do vinhedo;
- coletar as folhas, juntamente com os pecíolos, na posição oposta ao primeiro cacho, a partir da base do ramo;
- os pecíolos devem ser imediatamente separados dos limbos foliares e colocados num mesmo saco de papel;
- identificar as amostras e enviá-las, logo a seguir, para um laboratório. Caso a amostra não seja imediatamente entregue ao laboratório, os sacos de papel serão guardados abertos, em local seco e ventilado, para facilitar a secagem da amostra e evitar o problema de fungos.

A análise foliar também pode servir para identificar a deficiência ou o excesso de nutrientes numa área problema, com ocorrência de mancha de solo, afetadas por salinização ou sujeitas à inundação. Nesse caso coletam-se as folhas com os pecíolos das plantas portadoras de sintomas e os resultados serão comparados com as de plantas do mesmo vinhedo, que não apresentem sinal algum de problemas nutricionais.

As áreas amostradas devem ser indicadas em um esquema de campo, para facilitar a identificação das mesmas nos resultados emitidos pelo laboratório.

7. Avaliação da fertilidade do solo

O dimensionamento das quantidades de corretivos e nutrientes a serem aplicados no solo, preconizado nas recomendações de adubação e correção fundamentam-se principalmente nos resultados de análise de solo e em outras informações referentes a cultura explorada ou a ser implantada.

A análise de solo é o meio mais eficiente para avaliar a fertilidade da terra, possibilitando, com base nos resultados obtidos, determinar as doses adequadas de calcário e adubos que serão necessárias para garantir a maior produtividade e lucratividade do plantio.

A obtenção de bons resultados com a realização da análise é decorrente da correta amostragem da área a ser cultivada. Na amostragem em áreas de implantação de perenes, tais como a videira, é conveniente realizar a coleta de amostra composta de solo na camada de 0-20 cm. Contudo, para conhecer melhor as condições do vinhedo, amostragens compostas a 20-40 cm e 40-60 cm de profundidade também são úteis. Desse modo pode-se avaliar melhor o solo em que será implantada a cultura, observando-se possíveis problemas a serem enfrentados pelas raízes ao se desenvolverem e, também, acompanhar a fase de produção das videiras.

A área de plantio deve ser dividida em áreas homogêneas, nunca superiores a 10 ha, conforme o tipo do solo. Os solos são separados segundo as características de cor, textura (argilosos ou arenosos), topografia (baixada, plano, encosta ou topo da elevação), uso anterior da área (virgem ou cultivada) e adubação e calagens anteriores.

Em áreas de vinhedos, deve-se levar em conta a idade e variedade das plantas. Caso a cultura apresentar áreas com produção diferentes, essas devem ser amostradas de forma separada.

É conveniente identificar as áreas amostradas de forma definitiva, elaborando um mapa para acompanhamento da fertilidade do solo no correr dos anos.

Em áreas já implantadas, nas quais são realizadas adubações em faixas laterais é importante avaliar o teor de nutrientes na linha das plantas como um todo, ou seja, na área coberta pelo sistema de irrigação. Em alguns plantios, que apresentam sistema radicular mais profundo, a profundidade de coleta do solo deve ser de 0-20 e 20-40 cm, formando duas amostras compostas por cada área avaliada. Embora, as tabelas de interpretação de análise de solo sejam com base em amostras coletadas na profundidade de 0-20 cm, é útil a avaliação das possíveis alterações na fertilidade do solo, não só da superfície como em profundidade.

As amostras de solo devem ser encaminhadas ao laboratório acompanhadas das informações solicitadas pelo formulário de solicitação de análise para análise química e emissão das recomendações de adubação, de acordo com as instruções descritas posteriormente.

8. Adubação

Uma adubação correta tem pelo menos cinco vantagens: (a) aumento da produção; (b) aumento do lucro da cultura; (c) melhoria da qualidade do produto; (d) melhoria da fertilidade do solo a longo prazo; (e) minimização de problemas ambientais.

Pelas análises de solo realizadas em diversas áreas vitícolas do Vale do São Francisco, pode-se afirmar que há muitos casos de desequilíbrios na adubação, destacando excessos de fósforo e de potássio e, em alguns casos, de boro. Há, também, casos de desequilíbrios de Ca, Mg e K, o que pode prejudicar a qualidade da uva.

Para evitar problemas e otimizar a cultura, a adubação deve levar em conta a análise de solo e as necessidades da cultura levando em conta fase do ciclo e produtividade esperada. A orientação de como proceder, será fornecida posteriormente.

9. 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:

$$NC = \frac{CTC (V_2 - V_1)}{10 \text{ PRNT}}$$

onde,

NC (t.ha⁻¹) = necessidade de calagem

CTC (mmol_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

V_2 - saturação de bases que se deseja atingir

A calagem é ajustada de acordo com as necessidades de cada cultura, bastando para isso alterar o valor de V_2 . Para a cultura da uva considera-se $V_2 = 80\%$.

No entanto, um elevado número de solos apresenta 100% de saturação das cargas, embora com baixa CTC, impossibilitando o uso desta fórmula. Neste 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 $20 \text{ mmol}_c \text{ dm}^{-3}$, 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 Al^{3+} na camada subsuperficial; (3) em solos com relação Ca:Mg próxima de 1:1.

10. 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 consequente 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.

11. 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 pode 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 P₂O₅, 40 e 300 kg/ha/safra de K₂O. 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 e de crescimento

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 de matéria orgânica situa-se em torno de 20litros/cova de esterco de curral curtido ou de outro produto similar, e a dos fertilizantes minerais (fontes de fósforo e potássio), serão de acordo com a análise de solo (Tabela 03). Pode-se adicionar, de acordo com o histórico da área, 4,5g de Zn e 1,0g de B, por cova.

As adubações de crescimento constituem-se das aplicações de nitrogênio, fósforo e potássio através de fertilizantes minerais. As adubações nitrogenadas, devem ser parceladas em aplicações quinzenais de 5g de N/planta durante os primeiros seis meses e de 8g de N/planta no período seguinte, até a poda de formação. O potássio, também, deve ser parcelado em aplicações quinzenais. O fósforo deve ser aplicado de uma só vez, seis meses após o plantio (Tabela 03).

Tabela 03. Doses de nitrogênio, fósforo e potássio recomendadas nas fases de implantação e crescimento da cultura da videira.

Adubação	N	P Mehlich ⁻¹ , mg dm ⁻³				K trocável, 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 trocável, mmol _c dm ⁻³			
		<12	13 a 30	31 a 60	> 60	<1,6	1,6 - 3,0	3,1 - 4,5	>4,5
	g/cova	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

- **Adubação de produção**

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

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 localizam-se a 50cm de distância das plantas, no segundo ano, a 80 cm e no terceiro em diante, a 100cm. 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).

O potássio deve ser aplicado, pelo menos até o terceiro ano na forma de sulfato de potássio. Nos anos subsequentes, pode-se utilizar o cloreto de potássio, mas observando sempre a condutividade elétrica do solo, para evitar problemas de salinidade causada pela utilização deste adubo.

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 04.

Em caso das análises de solo e/ou folha acusar deficiência de cálcio e de magnésio utilizar como fonte de P, o superfosfato simples e como fonte de N e Ca na fase de floração, o nitrato de cálcio, disponibilizando maior quantidade de cálcio para as plantas; e para suprir as plantas em magnésio aplicar até 200 g/planta de sulfato de magnésio no solo, divididas em 4 vezes, nas fases de fundação, brotação, desbrota e crescimento de bagas.

Tabela 04. Programa de adubação de acordo com a produtividade esperada e teor de P e K no solo, estabelecido para a região do Submédio São Francisco.

Produtividade esperada	N	P Mehlich ⁻¹ , mg dm ⁻³				K trocável, 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 trocável, mmol _c dm ⁻³			
t/ha	kg/ha	<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/ha			
< 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

- **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 05.

Tabela 05. Percentagem da quantidade total de fertilizantes que deve ser aplicada nas fases listadas.

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

- **Adubação com micronutrientes**

As doses de micronutrientes a serem aplicadas devem ser definidas de acordo com a análise de solo, evitando-se desta forma problemas de fitotoxidez causados tanto por boro, como por outro micronutriente.

Tabela 06. Quantidades de boro e zinco a serem aplicadas no solo, de acordo com os resultados da análise.

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 realizar 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.

12. 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 carenza e tossicità degli elementi meso e micronutritive 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.; KLIWER, W.M.; LIDER, L.A. **General viticulture**. Berkeley: University of California, 1974. 710p. il.