

ARTIGO DE REVISÃO

Ivan dos Santos Pereira^{1*}
Gilberto Nava¹
Luciano Picolotto²
Gerson Kleinick Vignolo³
Michel Aldrighi Gonçalves³
Luis Eduardo Corrêa Antunes¹

¹Embrapa Clima Temperado, Departamento de Fruticultura, BR 392, km 78, Caixa Postal 403, 96010-971, Pelotas, RS, Brasil

²Universidade Federal da Fronteira Sul, Departamento de Fruticultura, Campus Erechim, Av. Dom João Hoffmann, 313, 99700-000, Erechim, RS, Brasil

³Universidade Federal de Pelotas, Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel, Departamento de Fruticultura, Campus Universitário, Caixa Postal 354, 96001-970, Pelotas, RS, Brasil

*Autor Correspondente:
E-mail: ivanspereira@gmail.com

PALAVRAS-CHAVE

Rubus
adubação
exigência nutricional
cultivares e exportação de nutrientes

KEYWORDS

Fertilization
Nutritional requirements
Cultivars
Nutrient exportation

Exigência nutricional e adubação da amoreira-preta

Nutritional requirements and blackberry fertilization

RESUMO: A área plantada com amora-preta (*Rubus* spp.) aumentou 100% nos últimos anos no Brasil. Mas pelo fato de ser uma cultura de importância econômica recente, há pouca informação sobre sua nutrição e eficiência da adubação. O objetivo deste trabalho foi apresentar e discutir aspectos nutricionais desta cultura que vem crescendo em importância, especialmente entre pequenos produtores. Foram abordados, temas como teor de matéria orgânica e pH do solo ideais para a cultura; além do manejo da fertilidade através de adubação mineral, com destaque para doses e fontes de nitrogênio, fósforo e potássio recomendadas, assim como, os principais sintomas de deficiência de macro e micronutrientes típicos da cultura. Observou-se que há, atualmente, uma grande discrepância na literatura sobre o teor de matéria orgânica do solo e pH ideais e doses de fertilizantes minerais recomendadas. Verificou-se, também, a necessidade de mais estudos em diversos aspectos da nutrição desta cultura. Sendo importante a elaboração de recomendações de adubação baseadas em resultados de experimentos realizados a campo em diferentes locais e com diferentes cultivares ou grupos de cultivares. Podendo ser adotado o critério do hábito de crescimento ou a presença de espinhos como caráter de agrupamento das cultivares.

ABSTRACT: The area cultivated with blackberry (*Rubus* spp.) in Brazil has increased 100% in recent years. But because the economic importance of this culture is still recent, there is little information on its nutrition and fertilization. The objective of this study was to present and discuss the nutritional aspects of this culture that is growing in importance, especially among small producers. We addressed topics such as the ideal contents of soil organic matter and pH for this crop; the management of fertility through mineral fertilization, especially regarding the recommended rates and sources of nitrogen, phosphorus and potassium; and the main symptoms of deficiency of macro and micronutrients. We observed that, currently, there is a large discrepancy in the specific literature with respect to the contents of soil organic matter and pH, and the rates of mineral fertilizers recommended. Therefore, there is a need for further studies on various aspects of the nutrition of this culture, addressing the development of fertilizer recommendations based on results from experiments conducted in different locations with different cultivars or groups of cultivars. To this end, the method of growth habit or the presence of thorns could be used in the grouping of cultivars.

1 Introdução

O Brasil é o terceiro maior produtor mundial de frutas, com colheita superior a 40 milhões de toneladas desde 2004, atrás apenas da China e Índia. Embora a produção nacional tenha se mantido estável nos últimos anos, o consumo *per capita* tem apresentado crescimento significativo (Anuário Brasileiro da Fruticultura, 2014). Fato que ocorre, principalmente, devido à busca dos consumidores em incrementar a dieta com alimentos funcionais, visando obter benefícios à saúde (Neves, 2012).

Neste contexto, a amora-preta (*Rubus spp.*) vem se tornando uma opção importante, uma vez que apresenta elevada concentração de antocianinas e outros compostos fenólicos com capacidade antioxidante, características que a colocam como um alimento funcional e relacionam o seu consumo com diversos benefícios à saúde, tais como, atenuar o processo degenerativo do cérebro, inibir o crescimento de células cancerígenas em diversos órgãos e combater alguns tipos de vírus (Bowen-Forbes et al., 2010; Tavares et al., 2012).

É considerada uma cultura de retorno rápido, tendo em vista que entra em produção já no segundo ano de cultivo e que, devido à sua elevada exigência em mão de obra, é cultivada especialmente por pequenos agricultores familiares que, muitas vezes, pertencem a assentamentos de reforma agrária e que buscam, nessa espécie, a possibilidade de produzir de forma sustentável, sem o uso de agroquímicos e com um retorno econômico rápido em pequenas áreas (Antunes et al., 2010, 2014).

Além disso, é uma espécie versátil em termos de comercialização, que possibilita ao produtor, além da venda *in natura* ou na forma de polpa, a elaboração de diversos produtos de maior valor agregado, tais como doces, sucos, sorvetes e iogurtes (Antunes et al., 2010, 2014).

Todas essas características impulsionaram, nos últimos anos, um aumento de cerca de 100% da área plantada com amora-preta no Brasil, passando de 250 ha, em 2005, para os atuais 500 ha, sendo os principais estados produtores: o Rio Grande do Sul, São Paulo, Minas Gerais, Paraná, Santa Catarina e Espírito Santo (Antunes et al., 2014). No Rio Grande do Sul, maior produtor nacional, estima-se que sejam produzidas 2.209 toneladas em 239 ha (Antunes et al., 2014).

No entanto, o aumento da área plantada e, conseqüentemente, da importância da cultura no Brasil expõe carências do seu sistema de produção, tais como o déficit de informações sobre os fatores que afetam o desenvolvimento e o rendimento da amoreira-preta (Castaño et al., 2008).

A falta de informações tem origem na recente importância da cultura no Brasil. Embora existam espécies nativas do gênero *Rubus* no Brasil, a amoreira-preta só começou a ser pesquisada a partir dos anos 1970. Desta forma, ainda existem poucas informações sobre a prática da adubação, que, atualmente, é realizada a partir da interpretação de resultados obtidos em outras regiões do mundo (Pereira et al., 2013a; Antunes et al., 2014). A recomendação de adubação atualmente é baseada exclusivamente em análise de solo, sem levar em conta o estado nutricional das plantas, aspecto de extrema importância no caso da adubação de manutenção (Antunes et al., 2014).

Este panorama prejudica o sucesso do sistema de produção da cultura, uma vez que o conhecimento detalhado das

necessidades nutricionais e das características de solo ideais é de fundamental importância para o máximo rendimento das culturas. Segundo Antunes et al. (2014), para que haja o avanço da cultura da amora-preta no Brasil, são necessárias pesquisas direcionadas para os aspectos de nutrição e adubação. Sendo assim, o objetivo deste trabalho foi apresentar e discutir alguns aspectos da nutrição e adubação da amoreira-preta, apresentando as informações existentes e apontando as carências que necessitam ser supridas.

2 Desenvolvimento

1.1 2.1 Características de solo

A amoreira-preta tolera uma ampla gama de solos, porém, apresenta melhor adaptação a solos arenosos e com alto teor de matéria orgânica do solo (MOS) (Grandall, 1995; Gazda & Kochmanska-Bednarz, 2010). O teor de MOS tido como ideal para a cultura fica em torno de 2,0 a 4,5% (Grandall, 1995; Freire, 2007; Castaño et al., 2008).

Entretanto, na prática, o que se observa é que se trata de uma espécie rústica, a qual pode ser cultivada em solos com teores menores e maiores de MOS. A diferença é que em solos com teores baixos, menores que 2%, há a necessidade de cuidados especiais em relação à adubação nitrogenada. Por outro lado, quando o teor de MOS é elevado, superior a 4,5%, o vigor das plantas é impulsionado de forma que aumenta a frequência e a intensidade das podas, assim como, diminui a necessidade de adubação com N.

Em São Mateus do Sul-PR, Pereira (2008) não obteve efeito com diferentes adubações de pré-plantio na produção das cultivares Tupy e Xavante, em solo com teor de MOS de 3,9%. Já em Pelotas-RS, Pereira et al. (2013a), estudando as mesmas cultivares, verificou, em área com 1,1% de MOS, incremento linear da produção em resposta a doses crescentes de N. Tais resultados sugerem uma importante influência da MOS sobre a resposta da amoreira-preta à adubação, especialmente com N.

Há uma série de recomendações em relação ao pH do solo, que, em geral, são divergentes. Dependendo do autor, as recomendações podem variar de pH 5,5 à 7,5 (Grandall, 1995; Dickerson, 2000; Freire, 2007). Para a maioria das espécies, há um consenso em relação ao pH ideal, que, em geral, fica em torno de 6,0-6,5, faixa em que ocorre a maior disponibilidade dos nutrientes em geral (SBCS, 2004). Porém, para algumas espécies de pequenas frutas como a amora-preta e o mirtilheiro, este aspecto não está claro na literatura. No Brasil, recomenda-se o cultivo da amoreira-preta em áreas com um pH levemente ácido (pH 5,5). Sendo que, em caso de pH inferior a esse, deve-se realizar calagem com calcário dolomítico. Porém, tais recomendações não partem de experimentação, mas sim, de adaptação das recomendações de outras regiões do mundo.

Entretanto, os principais produtores mundiais de amora-preta estão localizados no hemisfério norte, isto é, em regiões com solos de elevado teor de MOS e pH. Em contraste, a maior parte das regiões produtoras de amora-preta do Brasil apresenta solos de pH baixo, teores elevados de alumínio (Al), além de baixo teor de MOS. O pH baixo do solo contribui para que haja aumento na concentração de Al, elemento que limita o desenvolvimento do sistema radicular das plantas e, portanto, dificulta a absorção de água e nutrientes (Abedi et al., 2013).

Desta forma, a prática atual de adaptação das recomendações de outros países para as condições do Brasil vem gerando problemas ao sistema de produção da amoreira-preta, tais como desenvolvimento lento ou excessivo das plantas, assim como suscetibilidade a pragas e doenças, baixa produção e qualidade dos frutos.

2.2 Nitrogênio (N)

O N é o elemento mineral que as plantas necessitam em maior quantidade, pois serve de constituinte de muitos componentes das células vegetais, como aminoácidos e ácidos nucleicos, além de participar na molécula de clorofila (Taiz & Zeiger, 2013). A deficiência de N inibe rapidamente o crescimento vegetal, pois causa redução da divisão e expansão celular, da área foliar e da fotossíntese (Chapin, 1980).

Na amoreira-preta, é o elemento utilizado em maiores quantidades e que desempenha papel principal no seu crescimento, desenvolvimento e produção, sendo o elemento mais exportado (Grandall, 1995; Pereira et al., 2013a, b) (Castaño et al., 2008). A necessidade de N pode variar de acordo com a produtividade, o hábito de crescimento, a idade, o tipo de solo, a umidade do solo e a cultivar, sendo que cultivares mais vigorosas podem apresentar menor exigência (Hart et al., 2006; Pereira et al., 2013a). Desta forma, o conteúdo foliar ótimo necessário para o crescimento da cultura pode variar entre 2 e 5% da matéria seca das plantas (SBCS, 2004; Hart et al., 2006).

Em relação à adubação nitrogenada, são encontradas expressivas variações nas doses recomendadas pela literatura, com valores entre 0 e 200 kg ha⁻¹. Tamanhas diferenças podem estar relacionadas com fatores como, características de solo, clima e genótipos (Grandall, 1995; Pereira et al., 2013b). Atualmente no Brasil, a recomendação de adubação com N varia conforme o teor de MOS, independente do estágio de desenvolvimento da planta ou do teor foliar. Para teores de MOS de ≤2,5, 2,6-3,5, 3,6-4,5 e >4,5%, são indicadas doses de 30, 20, 10 e 0g de N por planta, respectivamente (SBCS, 2004). Já Hart et al. (2006) recomendam a aplicação de 34 a 56 kg ha⁻¹ no primeiro ano, independente do hábito de crescimento. Já nos anos seguintes, a dose seria de 56 a 78 kg ha⁻¹ para cultivares rasteiras, que necessitam de sustentação, e de 56 a 90 kg ha⁻¹ para cultivares de hábito ereto. Recomenda-se ainda que para cultivares semieretas seja adotada a maior dose das referidas faixas. Outras indicações de doses para cultivares eretas e semieretas são de 25 a 45 kg ha⁻¹ no estabelecimento e de 45 a 70 kg ha⁻¹ nos anos subsequentes (Pritts & Handley, 1989; Strik, 2008). Já as recomendações para cultivares rasteiras ficam entre 25 e 45 kg ha⁻¹ no ano de estabelecimento e entre 45 e 60 kg ha⁻¹ nas safras seguintes (Strik, 2008). Nota-se que há uma diferenciação na dose recomendada dependendo do hábito de crescimento da cultivar, sendo que para cultivares eretas a quantidade recomendada é, em geral, maior. Em estudos recentes, no Brasil, as doses de máxima produtividade para as cultivares Tupy e Xavante foram respectivamente 128 e 106 kg ha⁻¹ de N (Pereira et al., 2013a). Considerando que Tupy é uma cultivar de hábito de crescimento semiereto, isto é, apresenta maior necessidade de um sistema de sustentação e Xavante, por outro lado, possui hábito ereto, houve uma inversão da lógica indicada nas recomendações da literatura. Neste caso, provavelmente, a maior necessidade

nutricional da cultivar Tupy pode vir em decorrência da sua maior produção, cerca de 40% superior à obtida com a cultivar Xavante, e conseqüentemente maior exportação de nutrientes. Outra característica que diverge entre esses dois genótipos é a presença de espinhos. Havendo a necessidade de novos estudos a fim de verificar se há uma possível relação desta característica com a necessidade nutricional.

A quantidade de nutriente aplicada na cultura da amoreira-preta também pode variar com a idade das plantas. A aplicação de N no ano de estabelecimento da cultura, é controversa, há autores que não recomendam a aplicação, devido ao risco de queima das gemas vegetativas (Freire, 2007) e outros que, embora destaquem que a aplicação é menos necessária que nos anos subsequentes, sugerem a aplicação de até 56 kg ha⁻¹ (Hart et al., 2006). Atualmente no Brasil é recomendado não se aplicar N no primeiro ano de cultivo e após, independentemente da idade das plantas, doses de 0 a 30 g/planta (SBCS, 2004; Freire, 2007), que em um espaçamento de 0,5 x 3 m equivalem a valores entre 0 e 200 kg ha⁻¹ de N. Por outro lado, em estudo recente realizado no sul do Brasil em área com teor de MOS de 1,1%, na primeira safra após o plantio, a dose de máxima eficiência produtiva foi de 109 kg ha⁻¹ e passou para 155 kg ha⁻¹ na terceira safra (Pereira et al., 2013a). Assim, os resultados indicam que há a necessidade de uma adubação diferencial dependendo da idade das plantas e evidenciam também a necessidade de ajustes nas recomendações atuais. Assim como a adubação nitrogenada deficitária pode comprometer o máximo rendimento da cultura, o excesso de N pode gerar problemas fitossanitários e ambientais, além de aumentar o custo de produção.

A aplicação de N geralmente é feita na forma granular e na linha de plantio, mas pode ser realizada via fertirrigação ou adubação foliar (Strik, 2008; Freire, 2007). Kowalenko et al. (2000), em estudo de comparação entre os métodos de aplicação, concluíram que a adubação granular na primavera surtiu melhor resultado que a fertirrigação por gotejamento, principalmente devido à maior lixiviação observada no método por gotejamento. Embora possa ser utilizada, a adubação foliar não tem apresentado resultados satisfatórios (Hart et al., 2006), o que se justifica pela alta demanda que a planta possui em relação a este nutriente.

Como o N é o nutriente presente em maior concentração na cultura, ocorre uma estreita relação entre a adubação com N e a absorção de outros nutrientes. O aumento da adubação nitrogenada pode resultar na diminuição do teor foliar de manganês (Mn), potássio (K), cálcio (Ca) e magnésio (Mg) e no acúmulo de cobre (Cu), já a redução da adubação com N reduz o teor de ferro (Fe), podendo haver redução da produção devido ao desequilíbrio nutricional (Spiers & Braswell, 2002; Pereira et al., 2013a). A redução de outros nutrientes pode ser atribuída a dois fatores principais, a competição pelos mesmos sítios de ligação e o efeito de diluição, uma vez que o N estimula o crescimento vegetativo (Pereira et al., 2013a). Por outro lado, a adubação nitrogenada pode incrementar a absorção de outros elementos, como o Cu e Fe, pois estes micronutrientes fazem parte, em conjunto com o N, de compostos importantes do metabolismo, como alguns tipos de proteínas.

Em relação às fontes de N, a amoreira-preta responde satisfatoriamente a várias, porém o nitrato de amônio, a ureia e

o sulfato de amônio são as fontes mais comumente empregadas (Grandall, 1995; Strik, 2008). No Brasil, atualmente é recomendada a utilização do sulfato de amônio, pois a amoreira-preta é exigente em enxofre (cerca de 3 kg por tonelada de fruto e material de poda removido), além do efeito acidificante desta fonte favorecer o desenvolvimento da cultura, uma vez que é recomendado o seu cultivo em solos com pH levemente ácidos (SBCS, 2004; Freire, 2007).

Entretanto, resultados de pesquisa – não publicados e que foram incluídos no presente trabalho – indicam que, após três anos de utilização do sulfato de amônio como fonte de N, há uma sensível redução do pH e incremento dos níveis de Al no solo, com impacto negativo na produção de frutos a partir de uma determinada dose do fertilizante (Figura 1). Nota-se que, no tratamento 0 g de sulfato de amônio, no qual o pH havia sido corrigido para 5,5 no início do experimento, praticamente não houve alteração deste parâmetro após os três anos, porém, nos tratamentos com sulfato de amônio, quanto maior a dose, menor foi o pH e maior o teor de Al ao final do terceiro ano (Figuras 1a, b). Constatou-se ainda, que a dose estimada de 84 g/planta de sulfato de amônio proporcionou a maior produção por planta (Figura 1c). Com base nas equações de resposta à aplicação de sulfato de amônio, essa dose equivale a um pH de 4,71 e um teor de Al de 0,66 $\text{cmol}_c \text{dm}^{-3}$, sugerindo que um pH do solo inferior a 4,71 e com teores de Al superiores a 0,66 $\text{cmol}_c \text{dm}^{-3}$, há uma redução da produção da amoreira-preta. No entanto, estudos posteriores em diferentes tipos de solo devem ser realizados a fim de confirmar tal relação.

Quanto à época de aplicação, o N em manutenção deve ser aplicado na primavera (SBCS, 2004; Freire, 2007). Recomenda-se ainda uma adubação de pós-colheita (Dickerson, 2000; SBCS, 2004; Freire, 2007). A adubação realizada no final do inverno e/ou início da primavera tem como finalidade fornecer suporte à produção de frutos e ao crescimento das “primocanes”, hastes novas que serão responsáveis pela produção no ano seguinte. O N tem um importante papel no número de “primocanes” formadas, uma vez que estimula a brotação das gemas da coroa e, desta forma, impacta o número de hastes e a produção da safra seguinte (Grandall, 1995). Há uma correlação positiva

entre o número de hastes e a produção na amoreira-preta, ou seja, quanto maior o número de hastes (até 12 hastes m^{-1}) maior a produção (Pereira et al., 2009). Por outro lado, a adubação de pós-colheita, em geral realizada após a poda de pós-colheita, tem como função estimular o desenvolvimento das “primocanes”, induzindo a formação de hastes vigorosas e capazes de suportarem produções elevadas e frutos maiores. Na cultura da amora-preta, há uma significativa correlação entre o diâmetro das hastes e o tamanho dos frutos, sendo que hastes mais vigorosas, isto é, com maior diâmetro, possuem potencial para a produção de frutos maiores (Eyduvan et al., 2008; Pereira et al., 2009).

2.3 Fósforo (P)

O P é um componente integral de compostos importantes das células vegetais, incluindo fosfato-açúcares intermediários da respiração e fotossíntese, bem como os fosfolípidios que compõem as membranas vegetais e nucleotídeos utilizados no metabolismo energético das plantas (Taiz & Zeiger, 2013).

Embora seja um elemento essencial para as plantas, adições de P, até mesmo para solos com baixos níveis do elemento, raramente resultam em aumentos de rendimento na cultura da amoreira-preta (Freire, 2007). No entanto, o P contribui para o crescimento do sistema radicular e interage com outros elementos, podendo proporcionar o aumento da produção e qualidade dos frutos (Grandall, 1995).

No Brasil, o teor foliar de P considerado adequado fica entre 0,25 e 0,45%, valores abaixo são considerados abaixo do normal (0,20-0,25%) ou insuficientes (<0,20%), enquanto que, valores superiores são classificados como acima do normal (0,46-0,65%) ou excessivo (>0,65%) (SBCS, 2004; Freire, 2007). Para a espécie de amora-preta *Rubus glaucus* (L.) cultivada na Colômbia, foi verificado uma concentração de 0,134% em plantas consideradas com nutrição adequada (Castaño et al., 2008). Já para a amoreira-preta cultivada no Oregon, Estados Unidos, o teor considerado adequado fica entre 0,16 e 0,18% (Hart et al., 2006). Nota-se que pode haver uma variação do teor adequado dependendo da espécie, da cultivar e do local de cultivo.

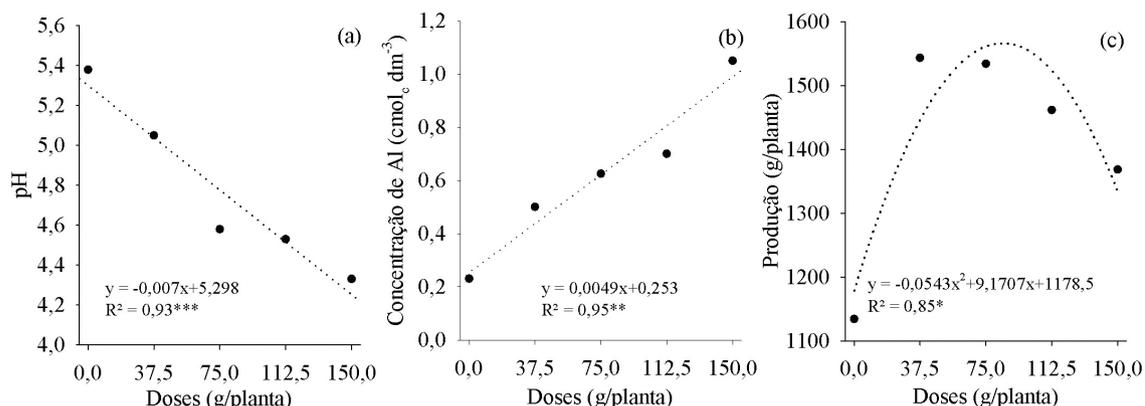


Figura 1. Influência de doses de sulfato de amônio, durante três anos, no pH (H_2O) do solo (a), concentração de alumínio (Al) (b) e produção de frutos da amoreira-preta ‘Tupy’ (c). ns, *, **, ***, não significativo e significativo a $p < 0,05$, $p < 0,01$ e $p < 0,001$, respectivamente. Dados elaborados pelo autor.

Figure 1. Influence of ammonium sulfate rates, during three years, on soil pH (H_2O) (a) aluminum concentration (Al) (b) and fruit production of ‘Tupy’ blackberry (c). ns, *, **, ***, not significant and significant at $p < 0,05$, $p < 0,01$ and $p < 0,001$, respectively. Data created by the author.

Em geral as recomendações para adubação com P variam significativamente. Hart et al. (2006) recomendam a aplicação de 0 a 90 kg ha⁻¹ de P₂O₅, dependendo do P disponível no solo. Para Dickerson (2000), o P deve ser aplicado a uma taxa de 57 a 90 kg ha⁻¹. Já no Brasil, as recomendações de adubação fosfatada em manutenção podem variar de 0 a 15 g/planta de P₂O₅, o que corresponde a uma faixa de 0 a 100 kg ha⁻¹ de P₂O₅ em um cultivo de amora-preta com espaçamento de 0,5 x 3 m (SBCS, 2004; Freire, 2007).

Usualmente os produtores utilizam como fonte de P, o superfosfato triplo (41% de P₂O₅) e o superfosfato simples (18% de P₂O₅). No entanto, os fosfatos de rocha podem ser utilizados por produtores que desejam produzir de forma orgânica (Hart et al., 2006; Freire, 2007). Devido à baixa mobilidade no solo, o P é aplicado anualmente no final do inverno, antes da brotação e floração (Freire, 2007) ou, na primavera (Dickerson, 2000), pode ser incorporado a uma profundidade de 5 a 10 cm (Dickerson, 2000; Hart et al., 2006). Entretanto, a incorporação pode danificar o sistema radicular da cultura, que é superficial, e, desta forma, além de expor as raízes a patógenos, ferimentos no sistema radicular tendem a induzir o surgimento de perfilhos, que, dependendo da posição, devem ser removidos, especialmente quando surgem próximos à entrelinha. Para as cultivares Tupy e Xavante, o P é o terceiro e o quarto elemento, respectivamente, mais exportado pelos frutos, ficando atrás do N e K, no caso da Tupy e do N, K e Ca, no caso da Xavante (Pereira et al., 2013b).

No Brasil ainda não foram realizados estudos específicos com adubação fosfatada para a cultura da amora-preta, sendo as recomendações atuais adaptadas de outros países produtores. Panorama preocupante, pois, conforme a cultura cresce em importância econômica, o sistema de produção necessita ser mais eficiente.

2.4 Potássio (K)

O K desempenha diversas funções metabólicas e estruturais na planta e possui papel importante na regulação do potencial osmótico das células vegetais. Também participa como ativador de muitas enzimas envolvidas na respiração e na fotossíntese (Taiz & Zeiger, 2013). A cultura da amora-preta necessita de quantidades expressivas deste elemento, especialmente em situações de alta produtividade (Grandall, 1995; Freire, 2007; Pereira et al., 2013b; Antunes et al., 2014). Além de proporcionar incrementos de produção, a adubação potássica também pode influenciar o tamanho, o teor de açúcar e a firmeza dos frutos (Hart et al., 2006; Antunes et al., 2014).

Embora essencial, a quantidade de K a ser aplicada não está bem definida (Hart et al., 2006). No Brasil, as recomendações atuais de adubação potássica de manutenção podem variar de 0 a 10 g/planta de K₂O ou entre 0 e 66,7 kg ha⁻¹ (SBCS, 2004; Freire, 2007). No Estado do Oregon, Estados Unidos, as doses recomendadas variam de 0 a 112 kg ha⁻¹, quase 70% maior que a praticada no Brasil (Hart et al., 2006). Mas as aplicações de K devem estar balanceadas com a adubação com N, sendo a relação ideal entre estes nutrientes, nos tecidos foliares, de K/N = 1,5 (Castaño et al., 2008). Em experimento em que não foi avaliada a exportação de N, o K foi o nutriente mais exportado pelos frutos das cultivares Tupy e Xavante em São Mateus do Sul, PR (Pereira et al., 2013b).

Nas recomendações adotadas no Brasil, o teor foliar de K considerado adequado fica entre 1,25 e 3,00%. Valores abaixo são considerados abaixo do normal (1,00-1,24%) ou insuficientes (<1,00%), enquanto que valores superiores são classificados como acima do normal (3,01-4,00%) ou excessivo (>4,00%) (SBCS, 2004; Freire, 2007). Para a espécie de amora-preta *Rubus glaucus* (L.) cultivada na Colômbia, foi verificado uma concentração de 1,150% em plantas consideradas com nutrição adequada (Castaño et al., 2008). Teor que pelas tabelas de interpretação utilizadas no Brasil seria considerado abaixo do normal.

As principais fontes de K utilizadas no Brasil são o cloreto de potássio, o sulfato de potássio e o nitrato de potássio. O cloreto de potássio geralmente é mais barato, já os sulfatos de potássio e magnésio, embora mais caros, também contribuem com nutrientes importantes como enxofre e magnésio (Hart et al., 2006). Grandall (1995) recomenda a aplicação do K na primavera, em combinação com N ou P. No Brasil, as adubações de manutenção com K são realizadas antes da brotação e da floração. (SBCS, 2004; Freire, 2007).

2.5 Exportação de nutrientes

Na amora-preta, o N é o elemento exportado em maior quantidade (Strik, 2008), tendo sido observada uma extração de 33 kg ha⁻¹ pelos frutos, 14 kg ha⁻¹ pela poda das hastes senescentes e 5 kg ha⁻¹ das hastes novas, com um total de 52 kg ha⁻¹ de N (Mohadjer et al., 2001). O N aplicado na forma de adubação de manutenção é alocado principalmente para o crescimento de novas hastes, folhas e frutos, enquanto o N que já estava acumulado e armazenado nos tecidos da planta, permanece nesses tecidos até o final da estação de crescimento (Naraguma et al., 1999).

Em estudo realizado em São Mateus do Sul-PR, avaliando as cultivares Tupy e Xavante com relação à exportação de nutrientes (exceto N), verificou-se que 'Tupy' exporta maior quantidade de K, P e Cu em frutos e de Mg, B, Cu e Fe no material de poda. Enquanto 'Xavante' exporta maior quantidade de Ca pelos frutos. Estes resultados indicam que, possivelmente, a cultivar Tupy necessita de uma adubação em maior quantidade dos nutrientes P, K, Cu, Mg e B e menor que Xavante com relação ao Ca (Pereira et al., 2013b). Os mesmos autores indicam que a ordem de exportação de nutrientes pelos frutos da cultivar Tupy foi K>P>Ca>Mg>S>Mn>Fe>B>Cu e de K>Ca>Mg>P>S>Mn>Fe>Zn>B>Mo no material de poda. Com relação à 'Xavante', a ordem de exportação de nutrientes em frutos é K>Ca>P>Mg>S>Mn>Fe>B>Cu e, em material retirado da poda, a ordem foi K>Ca>Mg>P>S>Mn>Fe>B>Cu>Mo. Mas levando-se em conta a produção total de frutos e de material de poda, com exceção do Mo, a exportação de nutrientes foi maior na cultivar Tupy para todos os elementos analisados (P= 6,14 kg ha⁻¹; K= 33,37 kg ha⁻¹; Ca= 29,88 kg ha⁻¹; Mg= 9,93 kg ha⁻¹; S= 4,93 kg ha⁻¹; Cu= 20,45 g ha⁻¹; Fe= 378,99 g ha⁻¹; Mn= 811,73 g ha⁻¹; B= 128,09 g ha⁻¹). A maior exportação da maioria dos elementos por 'Tupy' é atribuída à maior produção de frutos e de material de poda desta cultivar em relação à 'Xavante'. Resultados de Pereira et al. (2009) comprovam a maior produtividade e crescimento vegetativo de 'Tupy' em comparação com 'Xavante'. Desta forma, mesmo os elementos que estão presentes em maior

concentração na cultivar Xavante, são exportados em maior quantidade por ‘Tupy’, devido à sua maior produção de matéria seca e frutos. Por isso, outro fator importante a ser considerado na recomendação de adubação, é a expectativa de produção.

2.6 Diferenças nutricionais entre cultivares

Tem-se observado na literatura que as cultivares de amoreira-preta apresentam importantes diferenças em relação à sua exigência nutricional (Hart et al., 2006; Strik, 2008; Pereira et al., 2013a, b). Alguns autores destacam a necessidade de se realizar adubação diferencial entre cultivares de amoreira-preta com hábitos de crescimento distintos, como prostradas, semieretas e eretas (Hart et al., 2006; Strik, 2008). Conforme resultados recentes, os genótipos de amoreira-preta respondem de forma diferente à adubação nitrogenada. A dose de N recomendada atualmente para a cultura da amoreira-preta é satisfatória para a máxima produção da cultivar Xavante, mas insuficiente para Tupy (Pereira et al., 2013a). Existem também resultados de pesquisa no Brasil que indicam diferenças entre cultivares com e sem espinho (Pereira et al., 2013a, b; Antunes et al., 2014). Tais diferenças comprovam a necessidade de uma recomendação de adubação em nível de cultivar, ou pelo menos de grupos de cultivares, situação que não ocorre atualmente no Brasil (Pereira et al., 2013a, b).

Sabe-se que estudos de adubação em nível de cultivar são complicados devido ao grande número de genótipos disponíveis. Porém, nos Estados Unidos, as recomendações de adubação para a amoreira-preta são realizadas para grupos de cultivares, sendo estes formados por cultivares com mesmo hábito de crescimento (Hart et al., 2006; Strik, 2008). No Brasil, tal critério não é adotado atualmente, mas, conforme já relatado, alguns estudos têm demonstrado diferenças importantes entre genótipos com e sem espinhos (Pereira et al., 2013a, b) ou também em relação ao hábito de crescimento, sendo essas, opções viáveis para a atualização do sistema de recomendação de adubação para a cultura da amoreira-preta.

2.7 Sintomas de deficiência nutricional

Nas folhas, a deficiência de N se caracteriza por clorose do limbo foliar (Figura 2b), sendo que em situações de deficiência severa podem aparecer manchas avermelhadas distribuídas em todo o limbo foliar (Figura 2c). Além das folhas, as hastes também podem apresentar pigmentação avermelhada, e quanto maior a deficiência, maior a intensidade do vermelho (Figura 2g e 2h), sendo esse tipo de pigmentação originário do acúmulo de antocianinas (Antunes et al., 2014). A deficiência de N surge em folhas velhas e progride para as mais jovens. Isso ocorre pelo fato de o N ser facilmente translocado e redistribuído no interior da planta (Antunes et al., 2014). Portanto, quando o suprimento do nutriente nas raízes não é suficiente, o nutriente das folhas mais velhas é mobilizado para as mais jovens.

Plantas deficientes em N apresentam menor concentração foliar de clorofila e, por essa razão, há uma significativa correlação entre o índice SPAD (Soil Plant Analysis Development), o teor de N e o crescimento vegetativo da amoreira-preta (Pereira et al., 2011a). Desta forma, estudos futuros podem viabilizar a utilização do índice SPAD como uma técnica rápida de avaliação do conteúdo de N nesta cultura.

Outros sintomas de deficiência de N podem ser o crescimento retardado, gerando plantas pequenas, hastes curtas e, em casos de deficiência severa, os entrenós do terço médio tornam-se curtos, além de menor produtividade de frutos e produção de frutos de menor tamanho ou malformados (Grandall, 1995; Pereira et al., 2011b; Antunes et al., 2014).

O excesso de N é raro em solos não adubados, caracterizando-se pelo excessivo vigor das plantas, entrenós longos, hastes mais finas, folhas com coloração verde escuro, pequena produção, frutas de baixa qualidade e menor potencial de conservação, além de aumentar o risco de doenças (Hart et al., 2006; Freire, 2007; Antunes et al., 2014).

A deficiência de P é caracterizada por folhas verde escuras com bordas avermelhadas (Figura 2d). Assim como no caso do N, a coloração avermelhada da borda das folhas com deficiência de P é decorrente do acúmulo de antocianinas. Estes sintomas progridem das folhas mais velhas para as mais novas, isso porque, assim como o N, o P é um elemento bastante móvel no floema (Zhang et al., 2014). Plantas deficientes em P podem apresentar sintomas como crescimento retardado, diminuição do comprimento de hastes e dos entrenós do terço médio das hastes, queda prematura das folhas e reduzido crescimento do sistema radicular (Pereira et al., 2011a; Antunes et al., 2014), além da redução da produtividade e da qualidade dos frutos (Freire, 2007; Pereira et al., 2011b). Embora não seja comum, o excesso de fósforo pode induzir deficiência de Zn, de Fe e de Cu (Freire, 2007).

No caso da deficiência de K, as folhas apresentam clorose seguida de necrose da região da borda da folha (Figura 2e). Além disso, as folhas podem apresentar aspecto murcho e hastes de menor comprimento (Pereira et al., 2011a; Antunes et al., 2014). Em relação aos aspectos produtivos, a carência de K reduz significativamente a produtividade e aumenta o percentual de frutos com má formação (Pereira et al., 2011b). Os sintomas têm início nas folhas mais velhas e progridem para as mais jovens devido à sua alta mobilidade no interior da planta. Como a necessidade é maior durante a frutificação, a carência de K é mais comum em anos de altas produções. Outros sintomas de deficiência podem ser folhas jovens pequenas e de coloração verde-amareladas e folhas velhas com coloração marrom (Grandall, 1995).

Na amoreira-preta, a adubação com Ca e Mg pode aumentar o crescimento das plantas, no entanto, raramente são observadas deficiências de Ca na parte aérea (Spiers, 1987; Grandall, 1995). Geralmente os sintomas de deficiência de Ca são vistos no sistema radicular, o qual é menos desenvolvido quando comparado ao de plantas normais. Em outras regiões do mundo, onde pode haver excesso de Ca, ocorre o surgimento de clorose internerval e pontos pálidos nas folhas, enquanto que a deficiência de Mg causa avermelhamento e clorose internerval nas folhas, iniciando pelas mais velhas (Spiers & Braswell, 2002).

A deficiência de B pode causar atraso na brotação e morte de gemas, principalmente na porção superior das hastes, folhas deformadas, frutos com aspecto rugoso e morte do ápice das raízes (Grandall, 1995; Castaño et al., 2008). Sintomas de deficiência severa às vezes são confundidos com danos pelo frio. Para aplicações de B via solo, utiliza-se Bórax (10% de B), de 27 a 33 kg ha⁻¹, ou Solubor (20% de B), na dose de

13 a 17 kg ha⁻¹, porém aplicações foliares apresentam resultados mais rápidos. Entretanto, Ferreira et al. (2013), estudando a aplicação de CaB (19% de Ca e 2% de boro) em pré-colheita da amora-preta ‘Tupy’, não observaram efeito sobre a qualidade dos frutos durante a pós-colheita. Deficiências de Zn não são comuns, mas, quando correm, provocam amarelecimento, branqueamento ou morte da área internerval de folhas mais velhas, entrenós curtos e crescimento terminal em forma de

roseta e menor desenvolvimento das raízes (Grandall, 1995; Castaño et al., 2008; Pereira et al., 2013b). O teor observado em folhas de plantas consideradas com estado adequado de nutrição fica entre 34 e 41 mg kg⁻¹ (Grandall, 1995; Pereira et al., 2013b). A correção da deficiência de Zn pode ser realizada com pulverizações de sulfato de Zn (13 kg ha⁻¹) ou quelato de Zn sobre as hastes, sendo a melhor época na primavera, quando do início do inchamento das gemas (Grandall, 1995). A deficiência

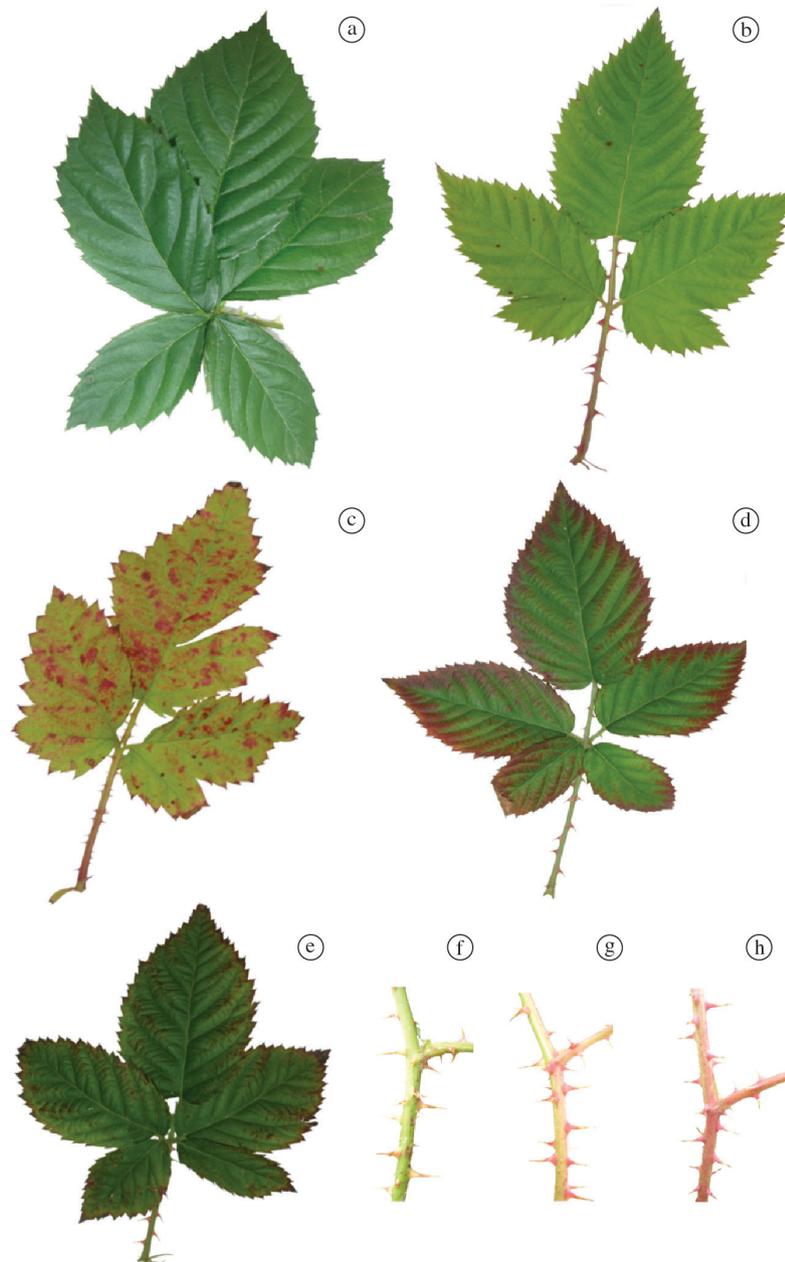


Figura 2. Face superior do limbo foliar de folhas com aspecto normal, sem sintomas de deficiência (a), com sintoma de deficiência moderada (b) e severa de nitrogênio (c), com deficiência de fósforo (d) e potássio (e). Além de hastes, sem sintomas de deficiência (f), com sintoma de deficiência moderada (g) e severa de N (h). Fotos obtidas de ensaio, realizado na Embrapa Clima Temperado, Pelotas, RS, com a utilização da cultivar de amoreira-preta Tupy.

Figure 2. Leaf superior surface with normal aspect, no deficiency symptoms (a), with moderate (b) and severe nitrogen deficiency (c), phosphorus (d) and potassium deficient (e). Besides stems without deficiency symptoms (f) and with moderate (g) and severe nitrogen deficiency (h). Photos obtained at experiment carried out at Embrapa Clima Temperado, Pelotas, RS, using Tupy blackberry cultivar.

de Fe é mais comum em solos alcalinos ou alagados, sendo caracterizada por apresentar a parte terminal do crescimento novo esbranquiçado ou amarelado, enquanto a margem da folha e a área internerval ficam marrons (Grandall, 1995).

3 Considerações finais

Estudos de nutrição na cultura da amora-preta, a exemplo de outras espécies frutíferas são escassos mundialmente. No Brasil, a principal fonte de consulta para a realização da fertilização de cultivos de amoreira-preta é o Manual de Adubação e Calagem para os Estados do Rio Grande do Sul e Santa Catarina. Embora estas recomendações sejam importantes, inclusive com resultados satisfatórios para algumas cultivares, são baseadas em revisão de literatura e não em experimentação para as condições do Brasil.

Entre os aspectos que tornam as frutíferas preteridas para estudos amplos e de longa duração envolvendo nutrição, pode-se citar o longo tempo necessário para a obtenção de resultados consistentes e o custo elevado destes experimentos, uma vez que ocupam grande área e demandam grande quantidade de insumos e mão de obra. No entanto, diferentemente de outras espécies frutíferas, a amoreira-preta possui características similares às culturas anuais quanto à realização de experimentos, ou seja, não são necessárias grandes áreas para a realização de ensaios e é possível a obtenção de resultados, inclusive de produção, já ao final do primeiro ciclo da cultura. Portanto, metodologias de pesquisas adotadas para culturas anuais podem ser adaptadas para estudos de nutrição na cultura da amora-preta.

A carência, em nível mundial, de grupos de pesquisa consolidados sobre nutrição de amoreira-preta e outras pequenas frutas é outro problema. Nota-se, ao longo do trabalho, que existem poucos pesquisadores trabalhando neste tema. Além disso, observam-se apenas trabalhos isolados que são realizados para responderem questões regionalizadas de uma ou duas cultivares que, naquele momento, eram as mais cultivadas. Panorama que se reflete no déficit de informações acerca do tema e, especialmente, na grande discrepância identificada entre inúmeras recomendações. Um exemplo gritante diz respeito ao pH do solo ideal, que, dependendo do autor, pode variar de 5,5 a 7,5.

Desta forma, com base no que foi apresentado durante esta revisão, pode-se sugerir algumas linhas de pesquisas que necessitam, de forma urgente, ser adotadas. Entre elas, destaca-se a realização de estudos de calibração, que podem ser similares aos conduzidos com espécies anuais, para os principais elementos, N, P e K.

Mas um aspecto que deve ser considerado para estudos de nutrição em amora-preta é a diferença entre as cultivares. Atualmente não há distinção de cultivares nas recomendações brasileiras. Entretanto, nota-se que as cultivares possuem necessidades nutricionais diferentes. Porém, sabendo-se da dificuldade da realização de experimentos no nível de cultivar, uma possibilidade já adotada em outros países é o agrupamento de cultivares com exigências semelhantes. Nos Estados Unidos, por exemplo, as recomendações são realizadas para cultivares com o mesmo hábito de crescimento (eretas, semieretas e rasteiras/prostradas). No entanto, alguns trabalhos realizados no Brasil, sugerem a presença ou ausência de espinhos como outro parâmetro viável para o agrupamento de cultivares.

É de fundamental importância que grupos de pesquisa multidisciplinares, envolvendo nutrição de plantas, fitotecnia, fisiologia vegetal, entre outros, atuem para desenvolver a nutrição de frutíferas no Brasil, e em especial da amoreira-preta.

Referências

- ABEDI, M.; BARTELHEIMER, M.; POSCHLOD, P. Aluminium toxic effects on seedling root survival affect plant composition along soil reaction gradients – a case study in dry sandy grasslands. *Journal of Vegetation Science*, v. 24, n. 6, p. 1074-1085, 2013. <http://dx.doi.org/10.1111/jvs.12016>.
- ANTUNES, L. E. C.; GONÇALVES, E. D.; TREVISAN, R. Fenologia e produção de cultivares de amoreira-preta em sistema agroecológico. *Ciência Rural*, v. 40, n. 9, p. 1929-1933, 2010. <http://dx.doi.org/10.1590/S0103-84782010000900012>.
- ANTUNES, L. E. C.; PEREIRA, I. S.; PICOLOTTO, L.; VIGNOLO, G. K.; GONÇALVES, M. A. Produção de amoreira-preta no Brasil. *Revista Brasileira de Fruticultura*, v. 36, n. 1, p. 100-111, 2014. <http://dx.doi.org/10.1590/0100-2945-450/13>.
- ANUÁRIO BRASILEIRO DA FRUTICULTURA. Santa Cruz do Sul: Editora Gazeta Santa Cruz, 2014. 136 p.
- BOWEN-FORBES, C. S.; ZHANG, Y.; NAIR, M. G. Anthocyanin content, antioxidant, anti-inflammatory and anticancer properties of blackberry and raspberry fruits. *Journal of Food Composition and Analysis*, v. 23, n. 6, p. 554-560, 2010. <http://dx.doi.org/10.1016/j.jfca.2009.08.012>.
- CASTAÑO, C. A.; MORALES, C. S.; OBANDO, F. H. Evaluación de las deficiencias nutricionales em el cultivo de la mora (*Rubus glaucus*) en condiciones controladas para bosque montano bajo. *Agronomía*, v. 16, p. 75-88, 2008.
- CHAPIN, F. S. The mineral nutrition of wild plants. *Annual Review of Ecology and Systematics*, v. 11, n. 1, p. 233-260, 1980. <http://dx.doi.org/10.1146/annurev.es.11.110180.001313>.
- DICKERSON, G. W. *Blackberry production in New Mexico*. Las Cruces: New Mexico State University, 2000. 8 p. Guide H-325.
- EYDURAN, S. P.; EYDURAN, E.; AGAOGLU, Y. S. Estimation of fruit weight by cane traits for eight American blackberries (*Rubus fruticosus* L.) cultivars. *African Journal of Biotechnology*, v. 7, n. 17, p. 3031-3038, 2008.
- FERREIRA, L. V.; COCCO, C.; GONÇALVEL, M. A.; CARVALHO, S. F.; PICOLOTTO, L.; MONTE, F.; ANTUNES, L. E. C.; CANTILLANO, R. F. F. Efeito da aplicação de cálcio e boro em pré-colheita na qualidade pós-colheita de amoreira-preta 'Tupy'. *Revista Iberoamericana de Tecnología Postcosecha*, v. 14, n. 1, p. 53-58, 2013.
- FREIRE, C. J. S. Nutrição e adubação. In: ANTUNES, L. E. C.; RASEIRA, M. C. B. (Eds.). *Cultivo da amoreira-preta*. Pelotas: Embrapa Clima Temperado, 2007. p. 45-54. (Sistemas de Produção, 12).
- GAZDA, A.; KOCHMANSKA-BEDNARZ, A. Comparison of the size structure of the blackberry (*Rubus hirtus* Waldst. & Kitt. agg.) from the populations growing on the soils developed on different geological substrates. *Sylvan*, v. 154, n. 5, p. 347-355, 2010.
- GRANDALL, P. C. *Bramble production: the management and marketing of raspberries and blackberries*. 1995. 172 p.

- HART, J.; STRIK, B.; REMPEL, H. Caneberries. *Nutrient Management Guide*. p. 1-8, 2006.
- KOWALENKO, C. G.; KENG, J. C. W.; FREEMAN, J. A. Comparison of nitrogen application via a trickle irrigation system with surface banding of granular fertilizer on red raspberry. *Canadian Journal of Plant Science*, v. 80, n. 2, p. 363-371, 2000. <http://dx.doi.org/10.4141/P99-094>.
- MOHADJER, P.; STRIK, B. C.; ZEBARTH, B. J.; RIGHETTI, T. L. Nitrogen uptake, partitioning and remobilization in 'Kotata' blackberry in alternate-year production. *The Journal of Horticultural Science & Biotechnology*, v. 76, n. 6, p. 700-708, 2001.
- NARAGUMA, J.; CLARK, J. R.; NORMAN, R. J.; MCNEW, R. W. Nitrogen uptake and allocation by field-grown 'Arapaho' Thornless blackberry. *Journal of Plant Nutrition*, v. 22, n. 4-5, p. 753-768, 1999. <http://dx.doi.org/10.1080/01904169909365669>.
- NEVES, L. C. Frutos - o remédio do futuro. *Revista Brasileira de Fruticultura*, v. 34, n. 4, p. i, 2012. <http://dx.doi.org/10.1590/S0100-29452012000400042>. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0100-29452012000400042&nrm=iso>. Acesso em: 10 ago. 2014.
- PEREIRA, I. S. *Adubação de pré-plantio no crescimento, produção e qualidade da amoreira-preta (Rubus sp.)*. 2008. 149 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia)-Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel, Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, 2008.
- PEREIRA, I. S.; ANTUNES, L. E. C.; MESSIAS, R. S.; SILVEIRA, C. A. P.; VIGNOLO, G. K. *Avaliações da subtração dos elementos N, P e K sobre o crescimento vegetativo da amoreira-preta*. Pelotas: Embrapa Clima Temperado, 2011a. 8 p. (Embrapa Clima Temperado. Comunicado Técnico, 276). Disponível em: <<http://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/61623/1/Comunicado-276.pdf>>. Acesso em: 20 jun. 2014.
- PEREIRA, I. S.; ANTUNES, L. E. C.; MESSIAS, R. S.; SILVEIRA, C. A. P.; VIGNOLO, G. K. *Avaliações da subtração dos elementos N, P e K sobre a produção e qualidade de frutos de amoreira-preta*. Pelotas: Embrapa Clima Temperado, 2011b. 6 p. (Embrapa Clima Temperado. Comunicado Técnico, 275). Disponível em: <<http://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/61569/1/Comunicado-275.pdf>>. Acesso em: 20 jun. 2014.
- PEREIRA, I. S.; ANTUNES, L. E. C.; SILVEIRA, C. A. P.; MESSIAS, R. S.; GARDIN, J. P. P.; SCHNEIDER, F. C.; PILLON, C. N. *Caracterização Agronômica da Amoreira-preta Cultivada no Sul do Estado do Paraná*. Pelotas: Embrapa Clima Temperado, 2009. 19 p. (Embrapa Clima Temperado. Documentos, 271). Disponível em: <<http://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/CPACT-2010/12912/1/documento-271.pdf>>. Acesso em: 20 jun. 2014.
- PEREIRA, I. S.; PICOLOTTO, L.; MESSIAS, R. S.; POTES, M. L.; ANTUNES, L. E. C. Adubação nitrogenada e características agrônômicas em amoreira-preta. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, v. 48, n. 4, p. 373-380, 2013a. <http://dx.doi.org/10.1590/S0100-204X2013000400004>.
- PEREIRA, I. S.; SILVEIRA, C. A. P.; PICOLOTTO, L.; SCHNEIDER, F. C.; GONÇALVES, M. A.; VIGNOLO, G. K.; ANTUNES, L. E. C. Constituição química e exportação de nutrientes da amoreira-preta. *Revista Congrega URCAMP*, v. 9, p. 1-10, 2013b.
- PRITTS, M.; HANDLEY, D. *Bramble production*. Ithaca, N.Y.: Northeast Reg. Agr. Eng. Ser. Pub. 35, 1989.
- SPIERS, J. M. Effects of K, Ca, and Mg levels and N sources on growth and leaf elemental content of 'Cheyenne' blackberry. *HortScience*, v. 22, n. 4, p. 576-577, 1987.
- SPIERS, J. M.; BRASWELL, J. H. Influence of N, P, K, Ca, and Mg rates on leaf macronutrient concentration of 'Navaho' blackberry. *Acta Horticulturae*, n. 585, p. 659-663, 2002.
- SOCIEDADE BRASILEIRA DA CIÊNCIA DO SOLO – SBCS. *Manual de adubação e calagem para os estados do Rio Grande Sul e de Santa Catarina*. 10. ed. Porto Alegre: Comissão de Química e Fertilidade do Solo - RS/SC, 2004. 400 p.
- STRIK, B. C. A review of nitrogen nutrition of *Rubus*. *Acta Horticulturae*, n. 777, p. 403-410, 2008.
- TAIZ, L.; ZEIGER, E. *Fisiologia vegetal*. 5. ed. Porto Alegre: Artmed, 2013. 820 p.
- TAVARES, L.; FIGUEIRA, I.; MACEDO, D.; MCDOUGALL, G. J.; LEITÃO, M. C.; VIEIRA, H. L. A.; STEWART, D.; ALVES, P. M.; FERREIRA, R. B.; SANTOS, C. N. Neuroprotective effect of blackberry (*Rubus sp.*) polyphenols is potentiated after simulated gastrointestinal digestion. *Food Chemistry*, v. 131, n. 4, p. 1443-1452, 2012. <http://dx.doi.org/10.1016/j.foodchem.2011.10.025>.
- ZHANG, Z.; LIAO, H.; LUCAS, W. J. Molecular mechanisms underlying phosphate sensing, signaling, and adaptation in plants. *Journal of Integrative Plant Biology*, v. 56, n. 3, p. 192-220, 2014. <http://dx.doi.org/10.1111/jipb.12163>. PMID:24417933

Contribuição dos autores: Ivan dos Santos Pereira, realizou a revisão bibliográfica, a escrita científica e a formatação do artigo. Além de participar da execução e escrita de outros trabalhos citados no referido trabalho. Luciano Picolotto, contribuiu com a revisão bibliográfica e a revisão da escrita científica. Além de participar da execução e escrita de outros trabalhos citados no referido trabalho. Gilberto Nava, devido a sua experiência reconhecida na área de nutrição de plantas, realizou a revisão científica do artigo. Gerson Kleinick Vignolo, contribuiu com a revisão da escrita científica e gramatical do trabalho. Além de participar da execução de outros trabalhos citados no referido trabalho. Michel Aldrighi Gonçalves, contribuiu com a revisão bibliográfica, ortográfica e gramatical do trabalho. Além de participar da execução de outros trabalhos citados no referido trabalho. Luis Eduardo Corrêa Antunes, contribuiu com a revisão bibliográfica, a revisão da escrita científica e a revisão ortográfica e gramatical do trabalho. Além de participar da execução e redação de outros trabalhos citados no referido trabalho.

Agradecimentos: Os autores agradecem o apoio da Embrapa Clima Temperado.

Fontes de financiamento: O trabalho foi financeiramente apoiado pela Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), através do projeto 'Tecnologias de Produção para Frutíferas de Clima Temperado'.

Conflito de interesse: Os autores declaram não haver conflito de interesse.