

Efeito da fertilização azotada de viveiro na produção precoce de primavera em lançamentos *long cane* de duas variedades de framboesa remontante: Kweli e Imara

Sara H. Gôja¹, Henrique M. Ribeiro¹, Pedro B. Oliveira²

¹Universidade de Lisboa, Instituto Superior de Agronomia, LEAF, Tapada da Ajuda, 1349-017 Lisboa

²Instituto Nacional de Investigação Agrária e Veterinária, I.P., UEIS-SAFSV, Av. da Republica Nova-Oeiras, 2784-505 Oeiras

Resumo

Em Portugal, a tecnologia de produção em lançamentos *long cane* é utilizada na produção precoce de primavera. A fertilização azotada de viveiro pode influenciar o crescimento dos lançamentos em viveiro e o armazenamento de reservas de azoto nas raízes necessárias para o crescimento após plantação.

O objetivo deste estudo foi avaliar os resultados do efeito da fertilização azotada de viveiro no crescimento e na produção precoce de primavera em lançamentos *long cane*. Plantas das variedades 'Kweli' e 'Imara' produzidas em vaso e sujeitas no primeiro ano de crescimento a 9 diferentes tratamentos de fertilização azotada com variações no nível de azoto mineral (125, 175 e 225 mg L⁻¹) e na percentagem de azoto amoniacal (8, 16 ou 24 %), foram armazenadas em câmara frigorífica durante um período de 21 dias a 0-2 °C, transplantadas para o solo e em túnel no final de janeiro e acompanhadas durante o período de colheita, entre maio e junho.

O aumento do nível de azoto na fertilização de viveiro conduziu a um aumento do teor de azoto e fósforo nas raízes após o período de dormência e ao aumento do teor de azoto nos substratos. No entanto, os diferentes tratamentos de fertilização de viveiro não tiveram influência nos componentes de rendimento e estruturais da planta, nem no peso final da produção.

As variedades apresentaram uma produção potencial semelhante, com uma produção por lançamento satisfatória, tendo a variedade 'Kweli' produzido ao nível comercial 1,8 kg m⁻² e a variedade 'Imara' 1,6 kg m⁻².

De acordo com os resultados, conclui-se que, para as condições do ensaio e para os níveis de fertilização estudados, não se justifica a utilização de soluções nutritivas com concentrações de azoto (N) superiores a 125 mg L⁻¹, sendo recomendado que, em estudos futuros, sejam testados níveis de azoto mais baixos, e que sejam utilizados inibidores de nitrificação junto com a fertilização, no sentido de compreender melhor o efeito do azoto amoniacal neste sistema.

Palavras-chave: *Rubus idaeus*, azoto, amónio, cultura protegida, produção precoce.

Abstract

Nitrogen nursery fertilization effect in long cane early spring production of two primocane fruiting raspberries varieties: 'Kweli' and 'Imara'.

In Portugal, long cane technology is used for early production in the spring. Nitrogen may influence cane growth at the nursery, and also the storage of nitrogen reserves in the roots that are necessary for growth after planting.

The aim of this study was to evaluate the results of the effect of nitrogen nursery fertilization on growth and on early production of long cane in the spring. Plants of red raspberry varieties 'Kweli' and 'Imara' produced in pots and fertigated at the nursery with nine different treatments, with variations in the level of mineral nitrogen (125, 175 and 225 mg L⁻¹) and percentage of ammonium on the mineral nitrogen (8, 16 or 24 %), were stored in cold storage for a period of 21 days at 0-2 ° C, transplanted into the ground in tunnel at late January and harvested during May and June.

Overall the different nitrogen treatments had no influence on the yield and structural components of the plant, neither on the production. Although, increased nitrogen level has led to an increase in nitrogen and phosphorus roots reserves after the dormancy period, and also increased nitrogen content in substrates.

Both varieties showed a similar potential production, with an acceptable cane production. At the commercial level, 'Kweli' produced 1.8 kg m⁻² and 'Imara' produced 1.6 kg m⁻².

It is concluded from the results and for the studied conditions that the use of a nutrient solution with nitrogen concentrations (N) greater than 125 mg L⁻¹ is not justifiable, so it's recommended to test lower nitrogen levels in the future and also to use nitrification inhibitors in order to understand better the effect of ammonium in this system.

Key words: *Rubus idaeus*, nitrogen, ammonium, protected culture, early production.

Introdução

O sistema de produção em lançamentos *long cane* - lançamentos de segundo ano, com o primeiro ano de crescimento completo, provenientes de zonas com invernos frios, ou, em alternativa, que tenham sido acondicionados em câmaras frigorífica, e que estão no estado de dormência e com as necessidades de frio satisfeitas – é utilizado na produção precoce de primavera (março – junho) em condições de cultura protegida e normalmente em variedades não remontantes, e nos últimos anos tem vindo a evoluir consideravelmente (Lantin et al., 1971; Gillespie et al., 1999; Carew et al., 2000; Darnell et al., 2006; Oliveira et al., 2016). A sua utilização tornou-se usual em Portugal e noutros países do Mediterrânico, por beneficiarem de maiores épocas de crescimento e permitirem produções mais precoces (Gillespie et al., 1999; Hall & Kempler, 2011).

Estudos têm sido desenvolvidos no Sudoeste Alentejano com o intuito de otimizar as tecnologias de produção e estudar a adaptação das variedades à região (Oliveira, 2006). Na Noruega já provaram que com uma gestão adequada é possível obter rendimentos por planta superiores a 3 kg na produção de primavera em variedades não remontantes (Sonstebj et al., 2009; Sonstebj et al., 2013). A utilização de variedades remontantes, embora seja menos usual neste sistema (uma vez que estas frutificam nos lançamentos do ano e comprometem a produção de segundo ano), pode constituir uma vantagem económica quando combinada com a tecnologia de produção tardia descrita em Oliveira et al. (1998), permitindo a obtenção de duas produções anuais na mesma planta em alturas de elevado preço de mercado, no final do inverno (no lançamento *long cane*) e em novembro (no lançamento do ano). Em Portugal, as recentes variedades 'Kweli' e 'Imara' têm demonstrado interesse para a dupla produção embora ainda tenham sido pouco estudadas. Contudo, já foi demonstrada a adaptação da variedade 'Kweli' à região Sudoeste Alentejana (Sousa et al., 2014).

Em relação à fertilização azotada na framboesa, estudos têm revelado resultados muito diversos, possivelmente devido à variabilidade existente entre ensaios (ao nível

da fertilidade dos solos, do nível de azoto estudado, da idade da plantação, da cultivar utilizada, e da duração) (Strik, 2008). No sistema de produção em lançamentos *long cane* assume-se com interesse o estudo da fertilização azotada de viveiro pelo papel que esta pode assumir no crescimento dos lançamentos durante o período de viveiro e pela sua ação no crescimento de segundo ano, que ocorre a partir das reservas armazenadas nas raízes durante a fase de viveiro.

O respetivo estudo pretende avaliar para as variedades 'Kweli' e 'Imara' o efeito da fertilização azotada de viveiro na produção precoce em lançamentos *long cane*, tratados com frio artificial e plantados em solo e em túnel no inverno de 2015 num campo localizado no Sudoeste Alentejano. O estudo surge em continuidade ao estudo realizado em 2014 por Oliveira et al. (2015) no qual que foi testado o efeito da fertilização azotada no crescimento e na produção de outono dos lançamentos do ano da variedade 'Kweli,' produzidos em vaso e em túnel.

Material e Métodos

Condições do ensaio, material vegetal e delineamento experimental: O ensaio prático foi instalado no Sudoeste Alentejano (Boavista dos Pinheiros, Odemira) com duas variedades remontantes: 'Kweli' e 'Imara'. As Plantas utilizadas foram produzidas no âmbito estudo de Oliveira et al. (2015) entre agosto e dezembro de 2014, a partir de estacas de raiz, em vasos de 10 L num substrato à base de fibra de coco, sujeitas a 9 diferentes tratamentos de fertilização azotada, correspondentes a três níveis do azoto (125, 175 e 225 mg L⁻¹) e a três percentagens de azoto amoniacal (ião amónio) no azoto total da solução nutritiva (8, 16 ou 24 %). No início de janeiro foram selecionadas 702 plantas para serem utilizadas no presente ensaio. As plantas foram despontadas ao segundo nó abaixo da última inflorescência. Após passagem por um período de 21 dias em câmara frigorífica (mantidas a uma temperatura de 0-2 °C e uma humidade relativa de 85-95 %), no dia 29 de janeiro, 648 plantas foram plantadas em solo e em túnel (cada um com duas linhas de 60 m), dispostas num sistema de suportes simples (constituído por postes de madeira, com 1,8 m de altura e dispostos a intervalos de 3 m na linha, com dois arames presos em linha simples, colocados a dois níveis: 0,6 e 1,2 m de altura), com uma densidade de 3 plantas por metro de linha e uma distância de entrelinha de 2,4 m. Foram considerados quatro blocos correspondendo cada um a uma das quatro linhas de plantação (2 túneis). Em cada linha foram incluídas 9 plantas por tratamento e variedade (mantidas juntas na linha), com uma distribuição aleatória dos tratamentos na linha. As restantes 54 plantas foram destinadas à caracterização analítica dos materiais, efetuada no Laboratório do Departamento de Produção Agrícola do Instituto Nacional de Investigação Agrária e Veterinária (INIAV) e no Laboratório de Química Agrícola do Instituto Superior de Agronomia (ISA), no âmbito das atividades do Centro de Investigação em Agronomia, Alimentos, Ambiente e Paisagem (LEAF).

Práticas culturais: Realizou-se a operação de desponta no dia 12 de março de 2015. Em cada conjunto de 9 plantas de cada tratamento e variedade, as 3 plantas mais centrais (selecionadas para a análise de produção) foram despontadas ao nível do número de nós médio (previamente determinado pela quantificação do número de nós de todas as plantas selecionadas): 37 nós na variedade 'Kweli' e 30 nós na variedade 'Imara'. As restantes plantas foram cortadas pela mesma altura, uma pouco acima do arame superior.

Ao longo do ensaio, procedeu-se três vezes à monda dos rebentos, nos dias 12 de março, 18 de abril e 14 de maio de 2015, e durante todo o ensaio foi aplicada uma

solução nutritiva (Quadro 1) através de um sistema de fertirrega. A fertilização foi igual para todas as modalidades.

Avaliação dos componentes de rendimento e estruturais das plantas no início do ensaio: Avaliou-se o comprimento, diâmetro da base e número de nós total do lançamento, o peso seco da parte aérea, das raízes finas e das raízes grossas, de 54 plantas (3 plantas por tratamento e variedade) recolhidas à saída da câmara frigorífica. Cada planta foi separada em componentes - parte aérea e raízes. As raízes foram bem lavadas com um jato de água-forte e com água corrente. Com auxílio de uma craveira digital de marca Mitutoyo, modelo Absolute Digimatic (Mitutoyo America Corporation, Aurora, Illinois, Estados Unidos), separaram-se as raízes em duas categorias: as raízes finas com menos de 2 mm de diâmetro, e as raízes grossas com mais de 2 mm de diâmetro. Os rebentos foram selecionados e eliminados. Tanto a medição do comprimento como a contagem do número de nós do lançamento foram iniciadas a partir do nó do *pinching* e o diâmetro foi medido aproximadamente 0,5 cm acima do mesmo tendo sido utilizada a mesma craveira digital, utilizada anteriormente. Na determinação do peso fresco, a parte aérea foi previamente cortada em partes mais pequenas e as raízes foram enxutas durante um período aproximado de 30 minutos sobre a bancada. Na determinação do peso seco, a parte aérea e as raízes foram colocadas numa estufa elétrica de marca Memmert, (Memmert, Schwabach, Alemanha), à temperatura de 70 e 40 °C, respetivamente, até peso constante. As pesagens foram efetuadas numa balança digital de marca Mettler, modelo PC 2000 (Mettler-Toledo, Columbus, Ohio, Estados Unidos), de precisão 0,01 g.

Análises químicas às raízes: Amostras de 0,4 g de raiz fina previamente secas e moídas num moinho elétrico de marca Fristch, modelo Pulverisette 15 (Idar-Oberstein, Alemanha) foram digeridas com 4 ml de uma solução ácida constituída por ácido sulfúrico concentrado e selénio (3 g L⁻¹), num bloco de digestão de marca Skalar, modelo Digester 5620/40 (Skalar Analytical B.V., Breda, Holanda), de acordo com a seguinte programação de temperatura: 120 °C (60 min), 210 °C (60 min), 340 °C (270 min), até a obtenção de um digerido incolor. Após a digestão e o arrefecimento da amostra, foi adicionada água destilada até o volume final de 50 ml:

- o azoto e o fósforo foram quantificados num autoanalisador de fluxo segmentado de marca Skalar, modelo SAN^{plus} System (Skalar Analytical B.V., Breda, Holanda), usando o método de Berthelot para o azoto e o método do azul de fosfomolibdénio a 880 nm para o fósforo (Houba et al., 1989);

- o potássio foi determinado por espectrofotometria de absorção atómica num espectrofotómetro de marca Unicam Mseries, modelo Solaar (Thermo Fisher Scientific, Waltham, Massachuset, Estados Unidos).

Uma subamostra de material vegetal foi ainda seca a 100-105 °C, para a determinação da humidade residual, e os teores de nutrientes foram reportados à matéria seca.

Análises químicas aos substratos: Amostras de 1 L de substrato foram recolhidas a partir das amostras de plantas envasadas obtidas após saída da câmara frigorífica e destinadas às avaliações laboratoriais e foram secas ao ar. As propriedades químicas dos substratos (pH, condutividade elétrica e teor de elementos extraíveis) foram determinadas no extrato aquoso 1:5 (50 ml substrato/250 ml água), após uma hora de agitação, de acordo com as Normas Europeias EN 13037 (CEN, 1999a), EN 13038 (CEN, 1999b), EN 13652 (CEN, 2001).

A leitura do pH foi feita num medidor de pH de marca Thermo Electron Corporation, modelo Orion 3 Star (Thermo Fisher Scientific, Waltham, Massachuset,

Estados Unidos), e a leitura da condutividade elétrica foi feita num condutímetro de marca Metrohm, modelo 660 (Metrohm, Herisau, Suíça).

O azoto nítrico (método da sulfanilamida), o azoto amoniacal (método de Berthelot) e o fósforo (método do azul de fosfomolibdénio) foram quantificados num autoanalisador de fluxo segmentado de marca Skalar, modelo SAN^{plus} System (Skalar Analytical B.V., Breda, Holanda) (Houba et al., 1989).

O potássio foi determinado por espectrofotometria de absorção atômica num espectrofotómetro de marca UNICAM M_{series}, modelo Sollar (Thermo Fisher Scientific, Waltham, Massachuset, Estados Unidos).

Análise da produção: Colheram-se de forma conjunta três plantas por tratamento e variedade em quatro blocos do ensaio prático, durante o período de 9 de maio a 25 de junho de 2015, tendo esta ocorrido diariamente ou com intervalos de 2 a 4 dias. Após cada colheita, os frutos foram selecionados em categorias: frutos de qualidade comercial (com peso superior a 2 g e ausência de defeitos), frutos de 2ª categoria (com estragos provocados por tripes), e refugo (frutos sem aptidão para a comercialização: com deformação exagerada, disformidade na maturação, falta de consistência, presença de infeção ou estragos provocados por pragas). Determinou-se o peso total dos frutos das várias categorias e quantificou-se o número de frutos da produção comercial para determinação do peso médio do fruto. As pesagens foram realizadas no próprio dia da colheita ou nos dias posteriores, ficando os frutos armazenados em câmara frigorífica, mantidos à temperatura de 0-2° C e humidade relativa de 85-95 %. O período máximo de armazenamento entre a colheita e as quantificações foi de 4 dias.

Tratamento de dados: Os dados recolhidos nas análises efetuadas serviram de base a uma análise de variância (ANOVA) a três fatores (variedade, nível de azoto mineral e percentagem de azoto amoniacal) executada através do programa Statistix 9 (Analytical Software, Tallahassee, Florida, Estados Unidos). Para os resultados em que as médias tiveram diferenças significativas na análise de variâncias foi utilizado o teste de Fisher (ou LSD - diferença mínima significativa) de comparação múltipla das médias, com $\alpha = 0,05$.

Resultados e Discussão

Componentes estruturais das plantas no início do ensaio: Os diferentes níveis de azoto testado na fertilização de viveiro não apresentaram diferenças significativas no comprimento, diâmetro e número de nós dos lançamentos e no peso seco da parte aérea e das raízes (Quadro 2). Os resultados estão de acordo com os observados por Oliveira et al. (2015). Em relação à percentagem de azoto amoniacal, verificaram-se ligeiras diferenças significativas entre tratamentos, tendo os lançamentos tratados com 16 % de azoto amoniacal apresentado maior comprimento e número de nós do lançamento, comparativamente aos tratamentos com maior percentagem de azoto amoniacal (24 %). Entre variedades, as plantas da variedade 'Kweli' apresentaram maior número de nós e maior peso seco de raízes (Quadro 2). No geral, o comprimento do lançamento apresentou-se entre 1 e 1,2 m, valores considerados baixos na produção de lançamentos *long cane*, sendo o mínimo exigido de 1,2 m (Edin et al., 1999). Dado que sob longos períodos de crescimento, os lançamentos podem atingir mais de 2 m de altura, o curto tamanho dos lançamentos observado poderá ter sido em consequência de um curto período de crescimento, tendo as plantas em estudo sido plantadas em agosto (Oliveira et al., 2015) em contraste ao praticado noutros ensaios, com a produção em viveiro a iniciar-se mais cedo no ciclo, e com as plantas a ultrapassar os 2 m de altura (Heiberg et al., 2008; Sonsteby et al., 2009; Sonsteby et al., 2013). O diâmetro dos lançamentos

também se apresentou ligeiramente inferior ao mínimo exigido em lançamentos *long cane*, sendo o mínimo exigido de 10 mm (Edin et al., 1999).

Caracterização química das raízes: Os resultados da ANOVA indicam efeito do nível de azoto testado no teor de azoto e fósforo armazenado nas raízes. Em ambos os nutrientes, houve uma tendência de aumento da sua concentração nas raízes com o aumento do nível de azoto na fertilização de viveiro, tendo a diferença, no entanto, sido mais acentuada para o azoto (Quadro 3). Entre variedades, a variedade 'Imara' apresentou teores de azoto e fósforo nas raízes significativamente mais elevados (Quadro 3). Para as diferentes percentagens de azoto amoniacal testadas, para os vários fatores estudados não foram observados efeitos significativos em relação aos teores de azoto e fósforo das raízes, embora tenham sido observados efeitos de interação significativos dos 3 fatores (variedade x $N_{\text{(viveiro)}}$ x $\%NH_4^+_{\text{(viveiro)}}$), embora de fraca interpretação. Para o teor de potássio não foram observadas diferenças significativas em nenhum dos fatores estudados e no geral, as diferenças observadas para os teores de azoto e fósforo, embora tenham apresentado significância estatística, foram pouco expressivas (Quadro 3).

Caracterização química dos substratos: Os teores de azoto nítrico e azoto amoniacal foram significativamente diferentes para os níveis de azoto testados em viveiro, tendo os tratamentos com maior nível de azoto (225 N) apresentado em média maiores teores de azoto nítrico e amoniacal nos substratos (Quadro 4), revelando coerência com os níveis aplicados em viveiro e de acordo com os observados por Oliveira et al. (2015), nos quais o aumento do nível de azoto testado contribuiu para o aumento significativo da concentração de azoto na solução lixiviada. Para as diferentes percentagens de azoto amoniacal, os tratamentos com a percentagem mais elevada (24 %) apresentaram teores significativamente mais elevados para todos os nutrientes analisados, com exceção do teor de fósforo, e entre variedades, a 'Imara' apresentou teores significativamente mais elevados de azoto amoniacal e potássio nos substratos (Quadro 4). Em relação à condutividade elétrica, embora os tratamentos com maior nível de azoto testado (225 N) tenham apresentado maiores teores de azoto total nos substratos, a condutividade elétrica entre tratamentos foi semelhante, mas foi significativamente superior nos tratamentos com maior percentagem de azoto amoniacal (24 %) associados a maiores teores de azoto nítrico, azoto amoniacal e potássio no substrato. Entre variedades, a condutividade elétrica na 'Imara' foi significativamente superior, associada a maiores teores de azoto amoniacal e fósforo nos substratos (Quadro 4). Os tratamentos com maior nível de azoto testado (225 N) e maior percentagem de azoto amoniacal testada (24 %) apresentaram um pH significativamente mais baixo em relação aos restantes níveis dos fatores (Quadro 4), que poderá ser explicada pela maior quantidade de azoto amoniacal nitrificada, tendo em conta que a nitrificação é um processo acidificante. No geral, os valores de pH obtidos foram baixos para a gama de pH adequada na produção de framboesa - 5,6 e 6,5 (Hart et al., 2006) - e os valores de condutividade elétrica apresentam-se dentro dos níveis satisfatórios em cultivo sem solo: 0,35-0,65 mS cm^{-1} (extracto aquoso 1:5 v/v) (Ribeiro et al., 2001).

Produção: Os resultados da ANOVA indicam ausência de efeito dos tratamentos de fertilização azotada de viveiro na produção, quer em relação à produção total quer em relação às diferentes categorias: produção comercial, produção de segunda categoria e refugo, como também em relação ao peso médio do fruto (Quadro 5). Contudo, na produção total foi observado um efeito de interação significativo entre os fatores nível de azoto e percentagem de azoto amoniacal testados na fertilização de viveiro. Esta interação permitiu verificar que nos tratamentos com maior nível de azoto testado (225

N) a produção total foi significativamente mais baixa quando a percentagem de amónio testada foi mais elevada (24 %) comparativamente à percentagem mais baixa (8 %) (Figura 1). Entre variedades, a 'Kweli' apresentou um peso médio do fruto superior de 3,9 g, e a variedade 'Imara' um peso médio de fruto de 3,7 g. A produção comercial foi superior na variedade 'Kweli' com uma produção de 1,45 kg e a variedade 'Imara' com uma produção de 1,24 kg, mas a produção de 2ª categoria foi superior na variedade 'Imara', com uma produção média de 98,5 g por lançamento, tendo a 'Kweli' apresentado um valor muito baixo, mostrando maior suscetibilidade da 'Imara' em relação aos ataques da praga Tripes (Quadro 5).

As duas variedades apresentaram uma produção por lançamento satisfatória, quando em comparação com os resultados de outros estudos em *long cane* (Oliveira et al., 2002; Darnell et al., 2006; Sonsteby et al., 2009; Sonsteby et al., 2013; Sousa, et al., 2014; Oliveira, et al., 2016). Contudo, o estudo da produção por lançamento não reflecte o verdadeiro valor da produtividade obtida, sendo esta usualmente avaliada por unidade de área. No total, a variedade 'Kweli' produziu ao nível comercial 1,8 kg m⁻² e a variedade 'Imara' 1,6 kg m⁻².

Conclusões

Em termos gerais, embora o incremento do nível de azoto tenha contribuído para um aumento dos níveis de azoto e fósforo armazenados nas raízes após o período de dormência e para um aumento da quantidade de azoto presente nos substratos (principalmente na forma nítrica), os diferentes níveis de azoto testados na fertilização de viveiro não tiveram influência nos componentes de rendimento e estruturais da planta, nem no peso final da produção. Para além disso, os tratamentos de fertilização azotada com maior nível de azoto contribuíram para um abaixamento do pH nos substratos, sendo este desfavorável à cultura da framboesa. As diferentes percentagens de azoto amoniacal testadas em viveiro, no geral, não apresentaram diferenças nos componentes de rendimento e estruturais da planta e na produção final, embora os tratamentos com 16 % de azoto amoniacal tenham contribuído para o desenvolvimento de plantas mais compridas e com maior número de nós, e os tratamentos com 24 % de azoto amoniacal tenham apresentado maiores teores de azoto (nítrico e amoniacal) e de potássio nos substratos, com uma condutividade eléctrica superior, e um pH inferior.

Os resultados permitem concluir que, para as condições do ensaio e para os níveis de fertilização estudados, não se justifica a utilização de soluções nutritivas com concentrações de azoto (N) superiores a 125 mg L⁻¹. É recomendado, em estudos futuros, que sejam testados níveis de azoto mais baixos, para que possam ser definidos os níveis mínimos de fertilização azotada de viveiro sem prejuízo para a produção, e considera-se de interesse o uso de inibidores de nitrificação junto com a fertilização, no sentido de compreender melhor o efeito do azoto amoniacal neste sistema, tendo em conta a sua rápida nitrificação.

Agradecimentos

À empresa First Fruit e à sua equipa de trabalho pela colaboração neste estudo e por ter disponibilizado a exploração para a realização do ensaio prático.

Referências

Carew, J. G. Gillespie, T., White, J., Wainwright, H., Brennan, R. & Battey N. H. 2000. Techniques for manipulation of the annual growth cycle in raspberry. *Journal of Horticultural Science & Biotechnology* 75:504-509.

- CEN, 1999a. Soil improvers and growing media, determination of pH. Brussels, European Committee for Standardization, p. 9 (EN 13037:1999).
- CEN, 1999b. Soil improvers and growing media, determination of electrical conductivity. Brussels, European Committee for Standardization, p. 9 (EN 13038:1999).
- CEN, 2001. Soil improvers and growing media, extraction of water soluble nutrients and elements. Brussels, European Committee for Standardization, p. 15 (EN 13652:2001).
- Darnell, R. L.; Brunner, B.; Alvarado, H. E.; Williamson, J. G.; Plaza, M.; Negrón, E. 2006. Annual, Off-season raspberry Production in Warm Season Climates. *HortTechnology* 16:92-97.
- Edin, M., Gaillard, P. & Massardier, P. 1999. *Le Framboisier*. Ctifl, Paris.
- Gillespie, T., Brennan, R. & McNicol, R. J. 1999. Cultivar responses to long-cane fruit production in raspberry. Annual Report of the Scottish Crop Research Institute 1998/99. Scotland, UK, pp. 105-109.
- Hall, H. K. & Kempler, C. 2011. Raspberry Breeding. *Fruit, Vegetable and Cereal Science and Biotechnology* 5:44-62.
- Hart, J., Strik, B. & Rempel, H. 2006. *Caneberries Nutrient Management Guide EM 8903-E*, Oregon State University.
- Heiberg, N., Lunde, R., Nes, A. & Hageberg, B. 2008. Long cane production of red raspberry plants and effect of cold storage. *Acta Horticulturae*, 777:225-229.
- Houba, V. J. G., Van der Lee, J. J., Novozamsky, I. & Walling, I. 1989. Soil and Plant Analysis, Part 5. *Soil Analysis Procedures*. Wageningen Agricultural University, The Netherlands
- Lantin, B., Chavagnat, A., Maillet, J. & Laury, J., 1971. La culture de la framboise sous abris légers est-elle possible?. *Pépiniériste, Horticulteurs, Maraîchères* 122:47-51.
- Oliveira, P. B., 2006. A produtividade e a acumulação de reservas em framboesas remontantes (*Rubus idaeus* L.) em resposta à população, data e intensidade de corte dos lançamentos do ano. Tese de Doutoramento, ISA-UTL, Lisboa.
- Oliveira, P. B., Lopes-da-Fonseca, L. & Monteiro, A. A. 2002. Combining Different Growing Techniques for all Year Round Red raspberry Production in Portugal. *Acta Horticulturae* 585:545-549.
- Oliveira, P. B., Oliveira, C. M., Machado, P. V., Lopes-da-Fonseca & Monteiro, A. A. 1998. Improving Off-season Production of Primocane-fruiting Red Raspberry by Altering Summer-pruning Intensity. *HortScience* 33:31-33.
- Oliveira, P. B., Ribeiro, H. M. & Camões, M. C. 2015. Effect of Nitrogen on Growth and Yield of Potted Primocane-fruiting Raspberry. North Carolina, pp. 58-59.
- Oliveira, P. B., Sousa, E. J., Serrano, C. & Oliveira, C. M. 2016. Effect of cold storage on growth, yield, and carbohydrate reserves of two raspberry cultivars. *Acta Horticulturae* 1133:269-274.
- Ribeiro, D., Ribeiro, H. & Louro, V. 2001. *Produção em viveiros*. Direcção-Geral de Desenvolvimento Rural, Lisboa.
- Sonstebly, A., Myrheim, U., Heiberg, N. & Heide, O. M. 2009. Production of high yielding red raspberry long canes in a Northern climate. *Scientia Horticulturae* 121:289-297.
- Sonstebly, A., Stavang, J. A. & Heide, O. M. 2013. Production of high-yielding raspberry long canes: The way to 3 kg of fruit per cane. *Journal of Horticultural Science & Biotechnology* 88:591-599.

Sousa, E. J. B., De Oliveira, P. B. & Oliveira, C. M. 2014. Efeito do frio no desempenho agronómico de duas cultivares de framboesas remontante em cultura protegida. Pequenos frutos 6:8-9.

Strik, B. C. 2008. A Review of Nitrogen Nutrition of Rubus. Acta Horticulturae 777:403-410.

Quadros e Figuras

Quadro 1. Níveis médios do pH e da condutividade elétrica (CE) e concentração média do azoto amoniacal (N-NH₄⁺), azoto nítrico (N-NO₃⁻), fósforo (P), sódio (Na), potássio (K), cálcio (Ca), magnésio (Mg), ferro (Fe), cobre (Cu), zinco (Zn) e Manganês (Mn), na solução nutritiva aplicada durante o ciclo cultural.

	pH	CE	N-NH ₄ ⁺	N-NO ₃ ⁻	P	Na	K	Ca	Mg	Fe	Cu	Zn	Mn
	-	(mS cm ⁻¹)	(mg L ⁻¹)										
Média	6,3	1,2	4,9	100,5	10,9	36,0	124,3	63,3	26,4	0,8	0,1	0,3	0,2
Desvio padrão	0,7	0,4	11,8	29,5	12,4	2,3	79,6	13,2	4,6	0,8	0,1	0,2	0,1

Quadro 2. Valores médios do comprimento, diâmetro e número de nós do lançamento, e peso seco da parte aérea e das raízes, em relação à variedade, ao nível de azoto (N) e à percentagem de azoto amoniacal (NH₄⁺) testados na fertilização de viveiro.

Fator		Comprimento	Diâmetro	Nº de nós	Peso seco parte aérea	Peso seco raízes
		(m)	(mm)	-	(g)	
Variedade	Kweli	1,1 _a	8,9 _a	33 _a	24,2 _a	43,5 _a
	Imara	1,1 _a	9,4 _a	26 _b	24,9 _a	37,3 _b
N _(viveiro)	125 N	1,2 _a	9,2 _a	30 _a	26,1 _a	39,8 _a
	175 N	1,1 _a	9,2 _a	29 _a	23,1 _a	39,2 _a
	225 N	1,1 _a	9,0 _a	29 _a	24,5 _a	42,4 _a
%NH ₄ ⁺ _(viveiro)	8	1,1 _{ab}	9,3 _a	30 _{ab}	24,2 _a	40,5 _a
	16	1,2 _a	9,2 _a	31 _a	26,1 _a	41,8 _a
	24	1,0 _b	8,9 _a	28 _b	23,4 _a	39,1 _a

Nota: Os valores com letras diferentes diferem a 95% de confiança.

Quadro 3. Valores médios do teor de azoto (N), fósforo (P) e potássio (K) presentes nas raízes finas, em relação aos fatores variedade, nível de azoto (N) e percentagem de azoto amoniacal (NH_4^+) testados na fertilização de viveiro.

Fator		N	P	K
		(g kg ⁻¹)		
Variedade	Kweli	25,6 _b	4,2 _b	6,8 _a
	Imara	30,3 _a	4,5 _a	6,9 _a
N _(viveiro)	125 N	25,5 _c	4,1 _b	6,7 _a
	175 N	28,2 _b	4,3 _{ab}	6,9 _a
	225 N	30,0 _a	4,5 _a	7,1 _a
%NH ₄ ⁺ _(viveiro)	8	28,3 _a	4,4 _a	7,1 _a
	16	28,1 _a	4,3 _a	6,7 _a
	24	27,4 _a	4,3 _a	6,9 _a

Nota: Os valores com letras diferentes diferem a 95% de confiança.

Quadro 4. Valores médios do teor de azoto nítrico (N-NO₃⁻), azoto amoniacal (N-NH₄⁺), fósforo (P), potássio (K), pH e condutividade elétrica (CE) dos substratos, em relação aos fatores variedade, ao nível de azoto (N) e à percentagem de azoto amoniacal (NH₄⁺) testados na fertilização de viveiro.

Fator		N-NO ₃ ⁻	N-NH ₄ ⁺	P	K	pH	CE
		(mg L ⁻¹)				-	(mS cm ⁻¹)
Variedade	Kweli	68,8 _a	9,2 _b	32,3 _b	350,2 _a	4,7 _a	0,5 _b
	Imara	75,8 _a	16,1 _a	40,3 _a	361,7 _a	4,6 _a	0,6 _a
N _(viveiro)	125 N	29,3 _c	10,3 _b	36,2 _a	352,1 _a	4,8 _a	0,6 _a
	175 N	56,7 _b	11,5 _{ab}	35,2 _a	369,1 _a	4,8 _a	0,6 _a
	225 N	131,0 _a	16,1 _a	37,5 _a	346,6 _a	4,4 _b	0,6 _a
%NH ₄ ⁺ _(viveiro)	8	62,8 _b	7,7 _b	35,5 _a	338,4 _{ab}	4,7 _a	0,5 _b
	16	61,4 _b	11,4 _b	34,5 _a	322,6 _b	4,9 _a	0,5 _b
	24	92,8 _a	18,8 _a	38,9 _a	406,8 _a	4,3 _b	0,7 _a

Nota: Os valores com a mesma letra diferem a 95% de confiança. Os valores médios observados entre os diferentes parâmetros analisados não são comparáveis entre si.

Quadro 5. Valores médios da produção total, comercial, de 2^a categoria, refugo e peso médio do fruto (por lançamento) em relação à variedade, ao nível de azoto (N) e à percentagem de azoto amoniacal (NH₄⁺) testados na fertilização de viveiro.

Fator		Produção total	Produção comercial	Produção de 2 ^a categoria	Refugo	Peso médio do fruto
		(g)				
Variedade	Kweli	1814 _a	1449 _a	16 _b	350 _a	3,9 _a
	Imara	1689 _a	1242 _b	99 _a	348 _a	3,7 _b
N _(viveiro)	125 N	1802 _a	1366 _a	60 _a	377 _a	3,8 _a
	175 N	1732 _a	1311 _a	59 _a	361 _a	3,8 _a
	225 N	1720 _a	1359 _a	52 _a	309 _a	3,9 _a
%NH ₄ ⁺ _(viveiro)	8	1767 _a	1380 _a	62 _a	326 _a	3,9 _a
	16	1756 _a	1328 _a	62 _a	367 _a	3,8 _a
	24	1731 _a	1328 _a	48 _a	355 _a	3,8 _a

Nota: Os valores com a mesma letra diferem a 95% de confiança. Os valores médios observados entre os diferentes parâmetros analisados não são comparáveis entre si.

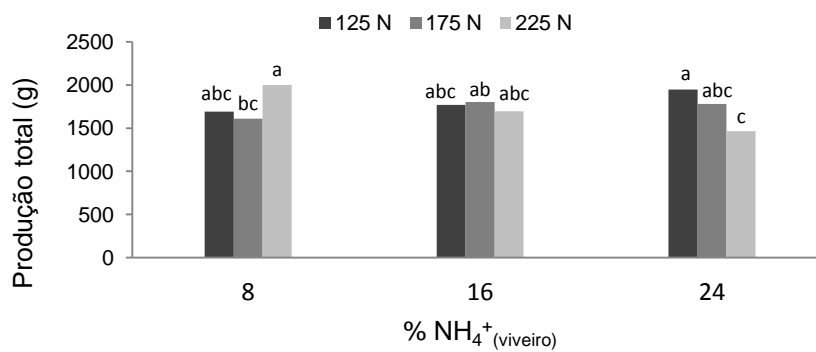


Figura 1. Efeito de interação entre os fatores nível de azoto (N) e percentagem de azoto amoniacal (NH_4^+) testados na fertilização de viveiro, na produção total por lançamento. Os valores com letras diferentes diferem a 95% de confiança