

Adubação nitrogenada sobre a ocorrência de doenças em pós-colheita do morango

Effect of nitrogen doses on the occurrence of postharvest diseases in strawberry

Ivan Herman Fischer^{1*}, Flávio Fernandes Júnior², Cristiani Kano³, Alceu Donadelli⁴, Maria Cecília de Arruda Palharini¹

RESUMO: Avaliou-se o efeito de doses de nitrogênio, aplicadas em campo, sobre as doenças pós-colheita nos cultivares de morango Camino Real, Festival e Oso Grande. O nitrogênio, tendo como fonte a ureia, foi avaliado na dose recomendada total (100%), com base na recomendação oficial para a cultura, e mais 3 doses inferiores (83, 67 e 50% do recomendado), tanto no plantio como em cobertura. Os frutos foram colhidos e pesados com 75% da superfície de cor vermelho-brilhante. Doze frutos por parcela foram amostrados em 3 coletas a partir da segunda florada e avaliados quanto à incidência das doenças durante 5 dias de armazenamento a 25°C e 85% de umidade relativa. A identificação das doenças foi feita diariamente com base nos sintomas e sinais dos patógenos. Não foi observado efeito das doses de nitrogênio na produção de frutos e na incidência das doenças, expressa em área abaixo da curva de progresso da doença (AACPD). A maior produção foi observada nos cultivares Festival e Oso Grande. A incidência total de doenças não diferiu significativamente entre os cultivares. O mofo cinzento foi a principal doença, com incidência superior a 30%, seguido da podridão mole de *Rhizopus* e podridão de levedura.

PALAVRAS-CHAVE: adubação nitrogenada; morangueiro; podridões; produção.

ABSTRACT: This study evaluated the effect of nitrogen doses on postharvest diseases of strawberry cultivars Camino Real, Festival and Oso Grande. The nitrogen in urea formulation was evaluated at the recommended dose (100%) based on the official recommendation to the culture, and 3 lower doses (83, 67 and 50% of recommended), considering the fertilization at planting and cover applications. Fruits were harvested and weighed at 75% of its surface with a bright red color. Twelve fruits per plot were sampled in 3 collections from the second flowering and assessed for disease incidence during five days of storage at 25°C and 85% relative humidity. The identification of disease was made daily, based on symptoms and pathogen signs. There was no effect of nitrogen doses on yield and incidence of postharvest diseases, expressed as area under the disease progress curve (AUDPC). Increased average production was observed in cultivars Festival and Oso Grand. The overall incidence of disease among the cultivars did not differ significantly. Gray mold was the main disease, affecting more than 30% of fruits, followed by *Rhizopus* and yeast rot.

KEYWORDS: nitrogen fertilization; strawberry; rots; production.

¹Agência Paulista de Tecnologia dos Agronegócios (APTA) Centro Oeste Bauru – Bauru (SP), Brasil.

²Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa) Agrossilvipastoral – Sinop (MT), Brasil.

³Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa) Amazônia Ocidental – Manaus (AM), Brasil.

⁴Agência Paulista de Tecnologia dos Agronegócios (APTA) Leste Paulista – Monte Alegre do Sul (SP), Brasil.

*Autor correspondente: ihfische@apta.sp.gov.br

Recebido em: 23/09/2013. Aceito em: 14/10/2015

O morango é uma infrutescência da família das rosáceas e gênero *Fragaria*. A comercialização e a disponibilidade de morangos são restritas pela rápida deterioração dos frutos, causada pela senescência e doenças pós-colheita, com uma vida útil estimada em três a sete dias sob condição ambiente (HENZ *et al.*, 2008). Dentre as várias doenças que comprometem a qualidade e a quantidade do morango em pós-colheita, destacam-se a podridão mole, causada por *Rhizopus nigricans* Ehrenb. e *Mucor* spp., e o mofo cinzento, causado por *Botrytis cinerea* Pers. ex Fries (CANTILLANO; SILVA, 2010).

Dentro do conceito de produção integrada, é fundamental o desenvolvimento de tecnologias que consideram as relações nutricionais com a produtividade e também com fatores fitossanitários, tais como a ocorrência das doenças. O manejo do nitrogênio é, muitas vezes, limitante e, de acordo com RAIJ (1991), enquanto adubações elevadas podem proporcionar aumento na suscetibilidade das plantas a doenças, a deficiência na quantidade desse elemento pode ocasionar a redução na produtividade. A adubação nitrogenada, tanto na forma mineral quanto orgânica, promoveu a concentração desse nutriente nas folhas do morangueiro, sendo que esses teores correlacionaram-se diretamente com a severidade da antracnose do rizoma, causada por *Colletotrichum fragariae* (TANAKA *et al.*, 2002). Todavia, MARSCHNER (1995) comentou que todos os fatores que favorecem as atividades metabólicas e de síntese de células das hospedeiras, a exemplo do nitrogênio, também corroboram a resistência das plantas a algumas doenças. Assim, deve-se buscar um ponto de equilíbrio entre a adubação nitrogenada e a qualidade fitossanitária dos pomares.

A atualização das recomendações de adubação para o morangueiro é tema levantado com frequência em encontros técnicos da cultura, uma vez que essas foram estabelecidas em RAIJ *et al.* (1996) e RIBEIRO *et al.* (1999) para cultivares com potencial produtivo bem inferior aos utilizados atualmente. Em razão do maior potencial produtivo dos cultivares em uso no Brasil, é senso comum entre os produtores a necessidade de aporte de doses maiores do que as preconizadas nas recomendações oficiais e alterações nas doses recomendadas são feitas de forma empírica. No sul de Minas e nos municípios de Atibaia e Jarinú, importante região produtora de São Paulo, a aplicação da formulação de adubo 4-14-8 (N-P-K) na dosagem de 50 a 100 g por planta como adubação de base implica no aporte de 120 a 240 kg.ha⁻¹ de N só no plantio, quando o recomendado por RAIJ *et al.* (1996) é a aplicação de 40 kg.ha⁻¹ de N no plantio. RIBEIRO *et al.* (1999) recomendaram 40% no plantio da dose total de N recomendada, que é de 220 kg.ha⁻¹ de N. Dentro dessa prática aplica-se ainda 480 a 840 kg.ha⁻¹ de P₂O₅ e 240 a 480 kg.ha⁻¹ de K₂O. Para o potássio, RAIJ *et al.* (1996) recomendaram de 100 a 400 kg.ha⁻¹ de K₂O e RIBEIRO *et al.* (1999), de 80 a 350 kg.ha⁻¹ de K₂O.

Em função da escassez de informações sobre a relação entre adubação nitrogenada e ocorrência de doenças em morangueiro,

objetivou-se avaliar o efeito da adubação nitrogenada sobre as doenças pós-colheita nos cultivares de morango Camino Real, Festival e Oso Grande.

O experimento foi conduzido no município de Atibaia, São Paulo (latitude sul de 23°07'01", longitude oeste de 46°33'01", altitude média de 803 metros e clima Cwb — tropical de altitude, segundo a classificação de Köppen), em condições de campo aberto de abril a dezembro de 2010. Os canteiros foram erguidos com o auxílio de rotoencanteirador e as adubações de plantio e cobertura foram realizadas mediante análise de solo, conforme as recomendações oficiais do Boletim Técnico 100 (RAIJ *et al.*, 1996), com exceção do nitrogênio (N) empregado na recomendação oficial (100%) e mais 3 doses inferiores (50, 67 e 83% do recomendado), tanto no plantio como em cobertura.

Na adubação de plantio foram aplicados 600 kg.ha⁻¹ de P₂O₅, 30 toneladas de esterco de curral e N, na forma de ureia, em 4 dosagens (20; 26,6; 33,3 ou 40 kg.ha⁻¹ de N), considerando a maior dose a recomendada, não havendo necessidade de calagem. As adubações em cobertura seguiram os mesmos percentuais de N, sendo as doses recomendadas 180 kg.ha⁻¹ de N e 90 kg.ha⁻¹ de K₂O. A adubação de plantio foi via sólida e as adubações de cobertura divididas em seis aplicações conforme recomendação (RAIJ *et al.*, 1996), iniciadas após um mês do transplante e aplicadas via líquida ao pé de cada planta.

O delineamento experimental utilizado foi em blocos ao acaso em esquema fatorial com 3 cultivares (Camino Real, Festival e Oso Grande) e 4 doses de N, totalizando 12 tratamentos com 4 repetições. Cada parcela foi composta por 15 plantas (3 linhas com 5 plantas) sendo as 9 centrais consideradas úteis.

As mudas foram transplantadas no espaçamento de 0,30 x 0,33 m e o *mulching* aplicado após limpeza de folhas e primeira capina, como se faz convencionalmente. O sistema de irrigação até o pegamento das mudas foi por aspersão e depois dessa fase, por gotejamento. Para o manejo das doenças foi realizada no mês de julho uma pulverização com procimidone, visando ao controle de mofo cinzento, em outubro uma aplicação de azoxystrobin para controle da podridão da podridão mole, e em novembro duas aplicações com azoxystrobin e dinefocnazole visando ao controle da podridão mole.

Os morangos foram colhidos e pesados quando apresentaram 75% da superfície de cor vermelho-brilhante. Doze frutos por parcela foram amostrados em três coletas a partir da segunda florada, individualizados em bandejas plásticas e avaliados diariamente quanto à incidência de doenças pós-colheita durante cinco dias de armazenamento a 25°C e 85% de umidade relativa (UR) em câmara frigorífica. A identificação das doenças foi feita com base nos sintomas visuais e a observação dos sinais dos patógenos, em microscópio de luz. Diagnosticada a etiologia do agente causal da podridão, o fruto foi descartado.

A partir dos dados de incidência de doenças foi calculada a área abaixo da curva de progresso da doença (AACPD) e as médias entre doenças nos cultivares e entre cultivares de morango foram comparadas pelo teste Tukey ($p < 0,05$). Para os dados de AACPD e de produção de morango em g planta⁻¹, em função da dose de N, foi empregada análise de regressão quadrática e caso significativo, comparadas pelo teste de Tukey ($p < 0,05$).

Não foi observado efeito significativo da adubação nitrogenada na produção de frutos e na incidência total das doenças pós-colheita, com média de AACPD nos cultivares de morango Camino Real, Festival e Oso Grande, de 138,6; 96,6 e 138,3, respectivamente, de modo que a redução em 50% da adubação nitrogenada em relação ao proposto pelo Boletim Técnico 100, além de propiciar redução no custo de produção, não afetou negativamente a cultura na região de Atibaia, São Paulo. Maior produção média foi observada nos cultivares Festival (1070,5 g planta⁻¹) e Oso Grande (940,8 g planta⁻¹) em relação à Camino Real (595,3 g planta⁻¹) (Tabela 1). Avaliando a produtividade de oito cultivares de morango em sistemas de cultivo orgânico e convencional, CAMARGO *et al.*

(2010) também observaram diferenças entre os cultivares em ambos os sistemas de cultivo, sendo a produtividade média do cultivar Camino Real 36,3% inferior em relação ao cultivar Oso Grande, semelhante aos 36,7% de redução observada no presente trabalho.

A incidência total de doenças entre os cultivares não diferiu significativamente durante o armazenamento (Tabela 2), entretanto, diferenças foram observadas para as três doenças mais incidentes, sendo maior a incidência da podridão mole de *Rhizopus* e podridão de levedura no cultivar Oso Grande em relação aos cultivares Camino Real e Festival, e maior a incidência de mofo cinzento no cultivar Camino Real em relação ao Oso Grande.

Na média dos cultivares, mofo cinzento foi a principal doença, apresentando um acentuado incremento ao final do armazenamento, com incidência superior a 20% aos quatro dias de armazenamento e 30% no quinto dia (Fig. 1), seguida da podridão mole de *Rhizopus* e podridão de levedura (Tabela 2), com incidência inferior a 20% ao final do armazenamento. Essa elevada incidência de doenças, superior aos 20% encontrados durante o período de armazenamento dos morangos (PAULL, 1999), pode ser atribuída à alta temperatura (25°C) e

Tabela 1. Produção (g planta⁻¹) de cultivares de morangos submetidos a diferentes doses de nitrogênio na forma de ureia, no plantio e em cobertura. Atibaia, São Paulo, 2010.

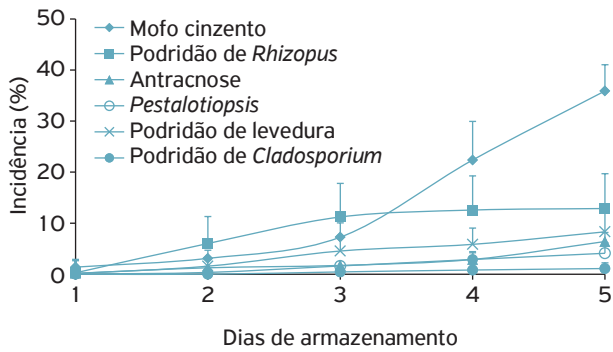
Doses de nitrogênio (kg.ha ⁻¹) (plantio – cobertura)	Cultivares			
	Oso Grande	Festival	Camino Real	Média
20,0 – 90,0	952,1 aA ¹	1117,3 aA	579,5 bA	883,0 A
26,6 – 120,6	882,8 aA	1074,2 aA	611,6 bA	856,2 A
33,3 – 149,4	974,8 aA	1013,7 aA	565,0 bA	851,2 A
40,0 – 180,0	953,3 aA	1076,8 aA	625,1 bA	885,1 A
Média	940,8 a	1070,5 a	595,3 b	
CV (%)	14,8			

¹Valores seguidos pela mesma letra, minúscula na linha e maiúscula na coluna, não diferem entre si, em nível de 5% pelo teste de Tukey ao nível 5% de significância. CV = coeficiente de variação.

Tabela 2. Área abaixo da curva do progresso da incidência de doenças pós-colheita em cultivares de morango, durante cinco dias de armazenamento a 25°C e 85% de umidade relativa.

Doenças	Cultivares			
	Oso Grande	Festival	Camino Real	Média
Mofo cinzento	33,4 bA ¹	53,6 abA	76,1 aA	54,4 A
Podridão mole de <i>Rhizopus</i>	56,8 aA	19,1 bB	20,5 bB	30,8 B
Podridão de levedura	29,2 aAB	8,0 bBC	16,5 bBC	17,6 BC
Antracnose	9,6 aBC	3,8 aBC	15,7 aBC	9,7 C
Podridão de <i>Pestalotiopsis</i>	2,0 aC	10,3 aBC	13,8 aBC	8,7 CD
Podridão de <i>Cladosporium</i>	2,0 aC	1,4 aC	1,7 aCD	1,7 DE
Podridão de <i>Phytophthora</i>	4,5 aC	0,0 aC	0,0 aD	1,5 E
Podridão de <i>Penicillium</i>	0,5 aC	0,5 aC	0,0 aD	0,3 E
Total	138,0 a	96,6 a	138,6 a	124,6
CV (%)	30,2			

¹Valores seguidos pela mesma letra, minúscula na linha e maiúscula na coluna, não diferem entre si, em nível de 5% pelo teste de Tukey ao nível 5% de significância. Análise estatística com os dados transformados em $\sqrt{x+0,5}$. CV = coeficiente de variação.



As barras representam o erro padrão da média.

Figura 1. Incidência média de doenças pós-colheita de três cultivares (Oso Grande, Festival e Camino Real) de morango durante cinco dias de armazenamento a 25°C e 85% de umidade relativa.

umidade (85% UR) de armazenamento, favoráveis ao desenvolvimento dos patógenos (BENDO; VIECELLI, 2009), e fatores de campo e práticas culturais, como também relatado por WANG *et al.* (2014). Danos pelo mofo cinzento em pós-colheita podem chegar a 20 a 40% em poucos dias (BRACKMANN *et al.*, 2001), tornando-se um dos maiores entraves da cultura por limitar a comercialização, sobretudo a grandes distâncias. Em levantamento realizado no Distrito Federal, a podridão mole foi a doença mais incidente, entre 21 e 98%, seguida pela podridão de levedura, entre 8 e 44%, enquanto o mofo cinzento não foi constatado, possivelmente relacionado à baixa UR no período (HENZ *et al.*, 2008).

Outras doenças, como a antracnose, causada por *Colletotrichum* spp. e as podridões de *Pestalotiopsis*, *Cladosporium*, *Phytophthora* e *Penicillium*, ocorreram em menor incidência,

inferior a 5% dos frutos (Fig. 1), não diferindo entre os cultivares (Tabela 2).

Segundo DIK; WUBBEN (2007), o efeito da adubação nitrogenada na epidemiologia de doenças causadas por *Botrytis* em tomate, pepino, pimentão, morango, rosa e gérbera, cultivadas em estufa, não foi consistente, entretanto, o incremento de cálcio nos tecidos das plantas geralmente reduziu a suscetibilidade ao patógeno. Aumento na produção e na severidade do mofo cinzento e da antracnose foi observado por WALTER *et al.*, (2008) em morangos submetidos a um incremento na adubação nitrogenada superior ao do presente trabalho, de 250%, sendo menor a intensidade das doenças quando utilizado nitrogênio na forma de nitrato de cálcio, possivelmente em função da maior resistência da planta proporcionada pelo cálcio. Considera-se que o excesso de nitrogênio retarda a maturação de tecidos, tornando-os mais suculentos, aumentando a predisposição do hospedeiro a patógenos. Contudo, a deficiência de nitrogênio afeta o crescimento da planta e a expressão da resistência tanto constitutiva quanto induzida aos patógenos (DIETRICH *et al.*, 2004).

Diferenças na incidência de doenças pós-colheita em cultivares de morango têm sido verificadas por outros autores (WANG *et al.*, 2014; BESTFLEISCH *et al.*, 2015), sendo o cultivar Oso Grande considerado mais resistente ao mofo cinzento (SANTOS, 2005), corroborando os resultados aqui encontrados, entretanto, considerando a não disponibilidade de materiais resistentes às várias doenças importantes, preconiza-se um manejo preventivo no campo, com boas práticas agrícolas, uso adequado de fungicidas e uma adubação equilibrada, e na pós-colheita, boas práticas de manuseio, embalagem e armazenamento refrigerado.

REFERÊNCIAS

- BENDO, M.I.; VIECELLI, C.A. Controle biológico de *Rhizopus nigricans* em pós-colheita de morango pela utilização da levedura *Saccharomyces cerevisiae* e leite *in natura*. *Cultivando o saber*, v.2, n.3, p.23-35, 2009.
- BESTFLEISCH, M.; LUDERER-PFLIMPFL, M.; HÖFER, M.; SCHULTE, E.; WÜNSCHE, J.N.; HANKE, M.V.; FLACHOWSKY, H. Evaluation of strawberry (*Fragaria L.*) genetic resources for resistance to *Botrytis cinerea*. *Plant Pathology*, v.64, n.2, p.396-405, 2015.
- BRACKMANN, A.; HUNSCH, M.; WACLAWOVSKI, A.; DONAZZOLO, J. Armazenamento de morangos cv. Oso Grande (*Fragaria ananassa L.*) sob elevadas pressões parciais de CO₂. *Revista Brasileira de Agrociência*, v.7, n.1, p.10-14, 2001.
- CAMARGO, L.K.P.; RESENDE, J.T.V.; GALVÃO, A.G.; CAMARGO, C.K.; BAIER, J.E. Desempenho produtivo e massa média de frutos de morangueiro obtidos de diferentes sistemas de cultivo. *Ambiência*, v.6, n.2, p.281-288, 2010.
- CANTILLANO, R.F.F.; SILVA, M.M. *Manuseio pós-colheita de morangos*. Embrapa Clima Temperado. Documentos, 318. Pelotas: Embrapa Clima Temperado; 2010. p.36.
- DIETRICH, R.; PLOSS, K.; HEIL, M. Constitutive and induced resistance to pathogens in *Arabidopsis thaliana* depends on nitrogen supply. *Plant, Cell and Environment*, v.27, n.7, p.896-906, 2004.
- DIK, A.J.; WUBBEN, J.P. Epidemiology of *Botrytis cinerea* diseases in greenhouses. In: _____. *Botrytis: biology, pathology and control*. New York: Springer-Verlag; 2007. p.319-333.
- HENZ, G.P.; REIS, A.; SILVA, K.C.C.; PEREIRA, S.F. *Incidência de doenças de pós-colheita em frutos de morango produzidos no Distrito Federal*. Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento, 45. Brasília: Embrapa Hortaliças; 2008. 13p.
- MARSCHNER, H. *Mineral nutrition of higher plants*. 2nd ed. San Diego: Academic Press; 1995. 889p.

PAULL, R.E. Effects of temperature and relative humidity on fresh commodity quality. *Postharvest Biology and Technology*, v.15, n.3, p.263-277, 1999.

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. *Recomendações de adubação e calagem para o Estado de São Paulo*. Boletim Técnico, 100. 2 ed. Campinas. IAC; 1996.

RIBEIRO, A.C.; GUIMARÃES, P.T.G.; ALVAREZ, V.V.H. *Recomendação para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais: 5ª aproximação*. Viçosa: Comissão de Fertilidade do Solo do Estado de Minas Gerais; 1999. 359p.

SANTOS, P.E.T. *Sistema de Produção do Morango: características básicas das principais cultivares de morango plantadas no Brasil*.

Embrapa Clima Temperado. Sistemas de Produção, n. 5, 2005. Disponível em: <http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Morango/SistemaProducaoMorango/cap02.htm>. Acesso em 13 de out. 2015.

TANAKA, M.A.S.; PASSOS, F.A.; FEITOSA, C.T.; TANAKA, R.T. Efeito da adubação mineral e orgânica do morangueiro sobre a antracnose do rizoma, causada por *Colletotrichum fragariae*. *Summa Phytopathologica*, v.28, n.3, p.236-241, 2002.

WALTER, M.; BRAITHWAITE, B.; SMITH, B.J.; LANGFORD, G.I. Nutrient nitrogen management for disease control in strawberry. *New Zealand Plant Protection*, v.61, p.70-79, 2008.

WANG, Y.; CHARLES, M.T.; DONG, W.; DUBÉ, C.; KHANIZADE, S. Distribution of phenolic components and their antioxidant capacity in strawberries. *Journal of Food Research*, v.3, n.2; p.54-60, 2014.