

## Escala para avaliação da ocorrência de *burrknots* em macieira

Thyana Lays Brancher<sup>1</sup>, Maraisa Crestani Hawerroth<sup>2</sup>, Marcus Vinícius Kvitschal<sup>2</sup>, Fernando José Hawerroth<sup>3</sup> e

Marcelo Couto<sup>2</sup>

**Resumo** – Os *burrknots* são nódulos radiculares aéreos que obstruem a vascularização das plantas de macieira, podendo causar o seu definhamento. Comumente a avaliação da ocorrência desse distúrbio se restringe à região do porta-enxerto. O objetivo do trabalho foi desenvolver uma escala de avaliação da ocorrência de *burrknots* em plantas copa de macieira, e apresentar uma aplicação prática da escala desenvolvida. Foram observadas plantas com diferentes intensidades de *burrknots* ao longo do caule e dos ramos, sendo classificadas em cinco grupos distintos fenotipicamente (escala de 1 a 5). Na aplicação prática da escala foram avaliadas fenotipicamente 12 populações segregantes de macieira que permitiram caracterizar o comportamento individual e médio das progênes e identificar os genitores com maior potencial de transmitir esse caráter aos seus híbridos. A escala sugerida foi eficiente na avaliação da ocorrência de *burrknots* em macieira, demonstrando a sua aplicabilidade em estudos com diferentes finalidades.

**Termos de indexação:** *Malus* spp.; nódulos aéreos radiculares; metodologia de avaliação; caracterização fenotípica.

### Scale for evaluation of the occurrence of *burrknots* in apple trees

**Abstract** - *Burrknots* are aerial root nodules that obstruct the vascularization of apple plants, which can cause depletion of the fruit tree. Usually the evaluation of the occurrence of this disorder is restricted to the rootstock region. The objective of the study was to develop a scale for the evaluation of the occurrence of *burrknots* in the apple trees, and to present a practical application of the developed scale. Plants with different intensities of *burrknots* along the stem and branches were observed, which were classified into five phenotypically distinct groups for this disorder (scale 1 to 5). In the practical application of the scale, 12 segregating populations of apple trees were phenotypically evaluated, which allowed to characterize the individual and average behavior of the progenies, and to identify the parents with greater potential of transmitting this character to their hybrids. The suggested scale was efficient in the evaluation of the occurrence of *burrknots* in apple trees, demonstrating their applicability in studies with different purposes.

**Index terms:** *Malus* spp.; root aerial nodules; assessment methodology; phenotypic characterization.

## Introdução

O *burrknot* é uma saliência no caule das plantas de macieira que se assemelha a um 'nódulo' constituído por tecidos radiculares que se formam acima do solo, porém não se desenvolvem como raízes (Figura 1). No início do século 20 o desenvolvimento de *burrknots* já havia sido identificado e descrito em aproximadamente 200 cultivares de macieira (SWINGLE, 1925, 1927). A ocorrência de *burrknots* é peculiar à constituição genética do cultivar, não sendo decorrente da infecção por agentes biológicos (KÚDELA et al., 2009). A intensidade de ocorrência de *burrknots* nas plantas

é influenciada pelas condições de ambiente, sendo intensificada em resposta à umidade alta, temperaturas baixas e reduzidos níveis de luminosidade (CUMMINS & ALDWINCKLE, 1983). Na Figura 2 são apresentados diferentes níveis de ocorrência de *burrknots* no cultivar SCS417 Monalisa, representando a diferença fenotípica desse caráter com o cultivo em dois ambientes, em Caçador/Santa Catarina (Brasil), e em Seiches-sur-le-Loir/Maine-et-Loire (França), no ano de 2016.

Esse distúrbio normalmente se forma um pouco acima do solo, no porta-enxerto até a região da enxertia (região de união da copa com o porta-enxerto) e, por esse motivo, é frequentemente

descrito em trabalhos envolvendo a caracterização de porta-enxertos de macieira (CHRUN et al., 1992; CUMMINS & ALDWINCKLE, 1983; KÚDELA et al., 2009; KVITSCHAL et al., 2013). Em casos mais extremos também podem ser observados na parte superior do caule e em ramos (na copa).

Os *burrknots* podem ocorrer isoladamente, mas causam maiores problemas quando aumentam de tamanho e número, unindo-se uns aos outros, podendo levar ao definhamento da planta (KÚDELA et al., 2009). Quando estão unidos causam obstruções nos vasos condutores da planta, prejudicando o crescimento e a produção de frutos (CHRUN et al., 1992). Ao mesmo tem-

Recebido em 20/9/2017. Aceito para publicação em 22/2/2018.

<http://dx.doi.org/10.22491/RAC.2018.v31n2.8>

<sup>1</sup> Biotecnologista Industrial, Doutoranda do Programa de Pós-graduação em Biotecnologia Vegetal, Ufla, Av. Doutor Sylvio Menicucci, 1001 - Kennedy, 37200-000, Lavras, MG, e-mail: thyanalays@hotmail.com.

<sup>2</sup> Engenheiro-agrônomo, Dr., Epagri/Estação Experimental de Caçador, Rua Abílio Franco, 1500, Bairro Bom Sucesso, 89.501-032, Caçador, SC, e-mail: maraisahawerroth@epagri.sc.gov.br, marcusvinicius@epagri.sc.gov.br, marcelocouto@epagri.sc.gov.br.

<sup>3</sup> Engenheiro-agrônomo, Dr., Embrapa Uva e Vinho/Estação Experimental de Fruticultura de Clima Temperado, BR 285, Km 4, Caixa Postal 177, 95200-000, Vacaria, RS, e-mail: fernando.hawerroth@embrapa.br.



Figura 1. *Burrknots* em genótipos de macieira cultivados na Estação Experimental de Caçador (Epagri/EECd), em Caçador, SC

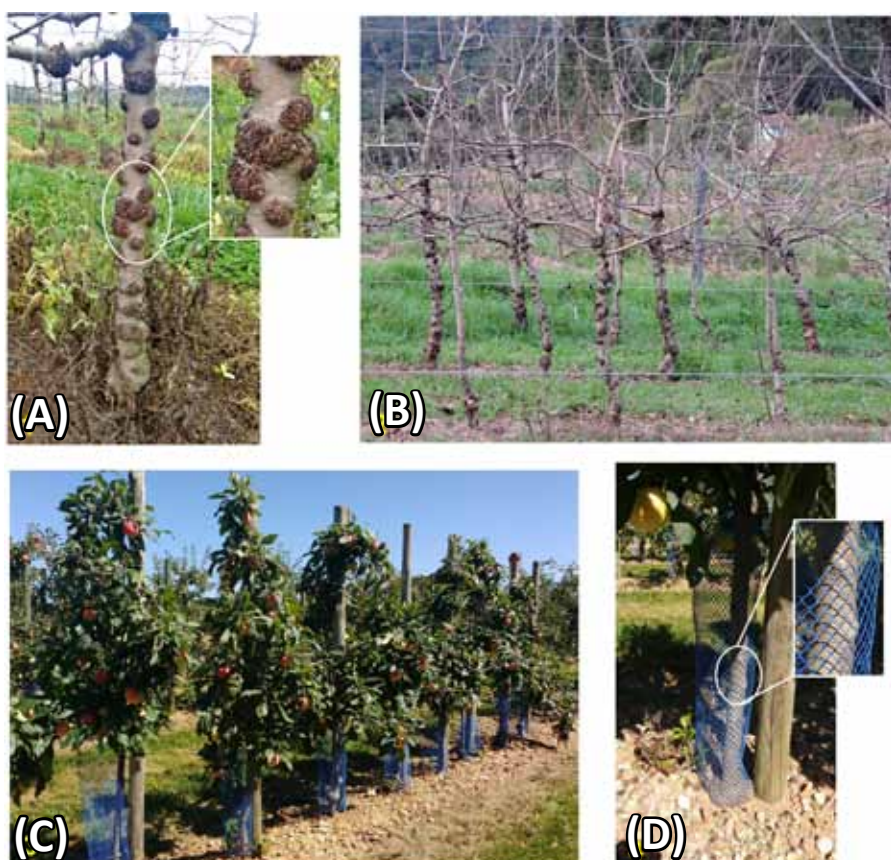


Figura 2. Ocorrência de *burrknots* em plantas do cultivar de macieira SCS417 Monalisa cultivadas em Caçador, Santa Catarina, Brasil (A e B), e em Seiches-sur-le-Loir/Maine-et-Loire, França (C e D), no ano de 2016, demonstrando a expressão desse distúrbio em função do ambiente de cultivo

po, representam eficientes portas de entrada para a ação de insetos, bactérias e fungos que são responsáveis por doenças graves em macieira, como por exemplo o pulgão lanígero (*Eriosoma lanigerum*), o cancro europeu (*Neonectria ditissima*), o fogo bacteriano (*Erwinia amylovora*) e a podridão do colo (*Phytophthora* spp.) (CUMMINS & ALDWINCKLE, 1983). A alta ocorrência de *burrknots* pode levar à necessidade de adequações das técnicas de manejo do pomar devido ao maior desenvolvimento potencial de algumas doenças e pragas relacionadas e, conseqüentemente, exigir seu controle.

A avaliação da ocorrência e severidade dos *burrknots* em macieira pela sua quantificação e medição de sua área (cm<sup>2</sup>) é dificultada quando os nódulos estão unidos. Provavelmente em função da dificuldade de avaliação desse caráter, não é possível encontrar na literatura uma escala para caracterizar a ocorrência desse distúrbio em plantas de macieira, tanto para a região do porta-enxerto quanto para a região da copa.

Há mais de 40 anos o Programa de Melhoramento Genético de Macieira da Epagri desenvolve trabalhos buscando selecionar genótipos de macieira superiores quanto à qualidade e produtividade de frutos, e adaptados aos ambientes de cultivo do Sul do Brasil. O desenvolvimento de uma escala prática para a avaliação da ocorrência de *burrknots* em plantas de macieira auxiliará tanto na avaliação de populações de híbridos que apresentem o desenvolvimento desse distúrbio, quanto na identificação de genitores que possivelmente transmitirão esse caráter para suas progênies.

Além da importância para o melhoramento genético, o desenvolvimento de uma escala de avaliação da ocorrência de *burrknots* pode auxiliar em estudos desenvolvidos por diferentes áreas de pesquisa com a cultura da macieira, como manejo e condução de pomares, fitossanidade, entre outras. O objetivo deste trabalho foi elaborar e propor uma escala de avaliação para mensurar a ocorrência de *burrknots* na copa de plantas de macieira e, também, apresentar uma aplicação dessa escala que possa ser útil para o melhoramento genético, contemplando a avaliação de populações segregantes.

## Material e métodos

Para o desenvolvimento da escala de avaliação foi observada a variação da expressão fenotípica para a ocorrência de *burrknots* em diferentes genótipos do Programa de Melhoramento Genético de Macieira da Epagri – Estação Experimental de Caçador, em Caçador, SC, no ciclo 2015/2016.

As plantas avaliadas constituíam um pomar experimental implantado em agosto de 2010, conduzido em densidade de plantio de 3571 plantas ha<sup>-1</sup> (espaçamento de 4,0m entre filas e 0,70m entre plantas) sobre porta-enxerto Marbakaido com interenxerto M.9.

Foram observadas plantas com diferentes quantidades de *burrknots*, desde ausência até alta ocorrência desse distúrbio. Como a medição da área de cada nódulo é prejudicada devido à junção de um ou mais nódulos, optou-se pela quantificação do número de *burrknots* no caule (todo o líder central) e nos ramos da planta, iniciando a contagem 5 cm acima do ponto de enxertia. Buscou-se desenvolver uma escala numérica capaz de classificar os diferentes fenótipos quanto à ocorrência de *burrknots* desenvolvidos pelas plantas tanto no caule quanto nos ramos.

Dessa forma, construiu-se uma escala com notas variando de 1 a 5: atribuiu-se a nota 1 (um) à ausência de *burrknots* na planta; a nota 2 (dois) foi atribuída à presença de até cinco *burrknots* apenas na região do caule, e ausência nos ramos; a nota 3 (três) foi atribuída à presença de mais do que cinco *burrknots* se restringindo à região do caule, e ausência nos ramos; a nota 4 (quatro) foi atribuída mediante presença de mais do que cinco *burrknots* no caule associados à ocorrência de menos do que cinco *burrknots* em cada ramo da planta; e a nota 5 (cinco) foi atribuída quando verificada a ocorrência de mais do que cinco *burrknots* no caule e nos ramos da planta.

Como um exemplo da utilização da escala, foram avaliadas populações segregantes de macieira cultivadas sob as mesmas características do pomar em que a escala foi desenvolvida.

As progênes avaliadas com a escala desenvolvida foram as seguintes:

M-11/01 x SCS417 Monalisa (19 híbridos); Joaquina x SCS417 Monalisa (17 híbridos); Joaquina x M-11/01 (5 híbridos); Fred Hough x SCS417 Monalisa (58 híbridos); M-11/01 x M-13/91 (119 híbridos); Fred Hough x SCS427 Elenise (20 híbridos); SCS426 Venice x SCS417 Monalisa (9 híbridos); M-13/91 x SCS417 Monalisa (8 híbridos); M-3/02 x SCS417 Monalisa (5 híbridos); e três populações de SCS417 Monalisa x polinização aberta (P.A. 1: 283 híbridos; P.A. 2: 20 híbridos; P.A. 3: 51 híbridos).

As avaliações foram realizadas visualmente, no período de dormência das plantas, atribuindo a nota correspondente ao número de *burrknots* encontrados em cada planta, conforme escala. Por ser uma escala baseada em contagem, todo o procedimento de avaliação foi realizado por um único avaliador.

Os dados foram analisados por meio de estatística descritiva, uma vez que os genótipos constituíam populações segregantes compostas por diferentes números de híbridos. Além disso, cada um dos híbridos avaliados representava um genótipo diferente, exigindo a avaliação individual, a fim de caracterizar toda a variabilidade presente no germoplasma para o caráter foco do estudo.

## Resultados e discussão

Com base na observação das plantas utilizadas para o desenvolvimento da escala de ocorrência de *burrknots* foram encontradas plantas sem a ocorrência desse distúrbio, plantas com *burrknots* apenas ao longo do caule, em diferentes quantidades, e plantas com *burrknots* ao longo do caule e dos ramos, também em diferentes quantidades. Não foi observada a presença de *burrknots* somente nos ramos das plantas. Dessa forma, foi elaborada uma escala considerando apenas o número de *burrknots* no caule e nos ramos, classificando-os em diferentes níveis de ocorrência. A escala proposta está apresentada na Figura 3.

Pressupôs-se que as avaliações utilizando essa escala sejam realizadas exclusivamente por meio de contagem visual de *burrknots*. O procedimento deve ser realizado com maior atenção em caso de avaliação das plantas durante o período vegetativo, pois pode haver encobrimento dos *burrknots* pelas folhas

(principalmente nos ramos), levando ao erro na atribuição de notas.

A escala previamente definida foi utilizada para a avaliação de populações segregantes de macieira. Considerando a expressão fenotípica das progênes de macieira avaliadas, apresenta-se na Figura 4 a frequência de indivíduos alocados em cada classe da escala. Ao analisar o comportamento das populações consideradas nessa avaliação, constatou-se que os híbridos componentes das populações segregantes ‘SCS417 Monalisa’ x P.A.1, ‘SCS417 Monalisa’ x P.A.2, ‘SCS417 Monalisa’ x P.A.3, Fred Hough x ‘SCS417 Monalisa’, Fred Hough x SCS427 Elenise e SCS426 Venice x ‘SCS417 Monalisa’ foram classificados ao longo das cinco diferentes classes de avaliação quanto à ocorrência de *burrknots*, observando-se desde plantas sem a ocorrência de *burrknots* (classe 1) até plantas com intensa presença desse distúrbio, tanto ao longo do caule quanto em seus ramos (classe 5).

Baseado na média das notas obtidas em cada uma das populações segregantes, apresentadas na Figura 5, verificou-se que os grupos de genótipos híbridos do cultivar ‘SCS417 Monalisa,’ gerados em combinação com qualquer genitor, apresentou maior ocorrência média de *burrknots* em comparação ao conjunto de híbridos originados a partir de cruzamentos entre os demais genótipos avaliados.

Os híbridos gerados pelos cruzamentos ‘Joaquina’ x M-11/01 e M-11/01 x M-13/91 apresentaram ocorrência de *burrknots* numericamente inferiores às populações geradas por esses mesmos genitores em combinação com o cultivar ‘SCS417 Monalisa’ (Figura 4 e 5).

Os conjuntos originais de híbridos componentes das populações segregantes avaliadas, representados por *seedlings* (plantas formadas a partir da germinação das sementes obtidas nos cruzamentos, anteriormente ao processo de enxertia), foram previamente selecionados em viveiro considerando a incidência de oídio (*Podosphaera leucotricha*) e caracteres associados à juvenildade. Isso pode ter influenciado a frequência gênica e genotípica do caráter número de *burrknots* em cada população considerada, embora não existam evidências quanto à ocorrência de ligação gênica ou epistasia na expres-▶

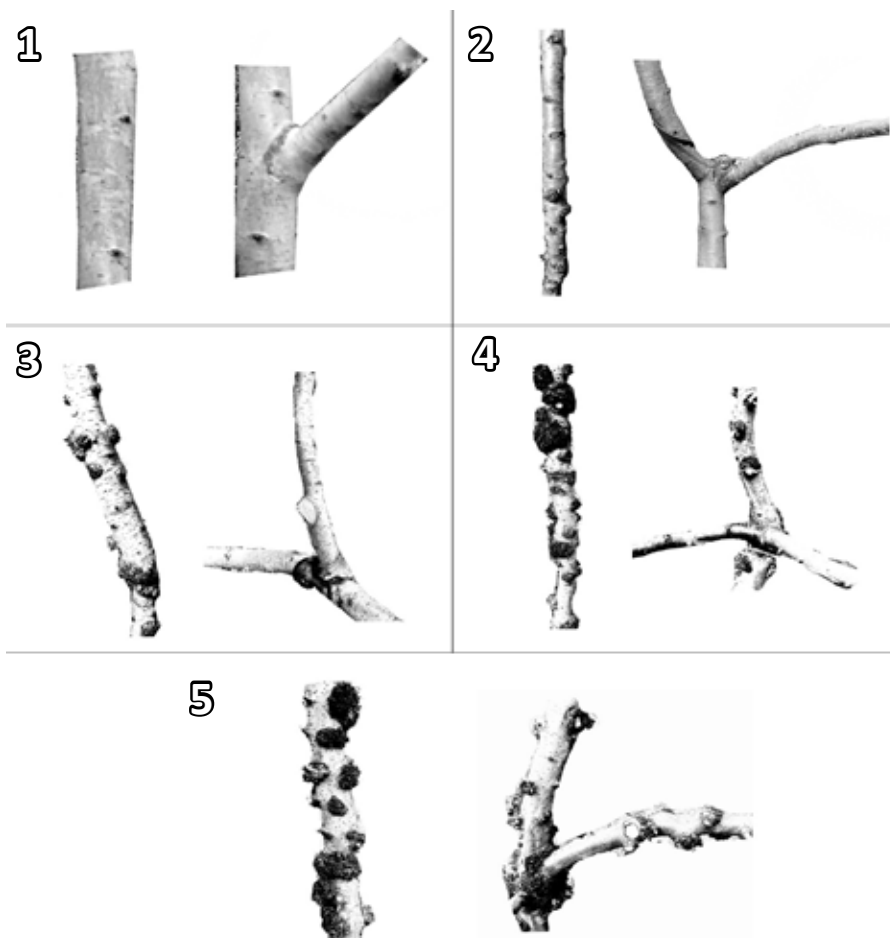


Figura 3. Escala de avaliação da ocorrência de *burrknots* em plantas de macieira, representadas por notas de 1 a 5: 1) refere-se à ausência de *burrknots* na planta; 2) presença de até cinco *burrknots* apenas na região do caule e ausência nos ramos; 3) presença de mais que cinco *burrknots* que se restringem à região do caule e ausência nos ramos; 4) presença de mais que cinco *burrknots* no caule associados à ocorrência de menos que cinco *burrknots* em cada ramo da planta; e 5) ocorrência de mais que cinco *burrknots* no caule e ao longo dos ramos da planta

são fenotípica desses caracteres. Sobre a genética do distúrbio, a ocorrência de *burrknots* é controlada por dois genes (T e U) uma vez que o distúrbio ocorre em genótipos homocigotos recessivos para ambos (*ttuu*) (CUMMINS & ALDWINCKLE, 1983). Esse fato impossibilitou o entendimento da dinâmica de expressão da ocorrência de *burrknots* no germoplasma avaliado, mesmo com a utilização da escala proposta, pois seis entre as doze populações segregantes avaliadas foram representadas por menos de 20 indivíduos.

Com base nos resultados obtidos por meio da aplicação da escala de avaliação, pode-se sugerir que as populações obtidas a partir de cruzamentos com o cultivar ‘SCS417 Monalisa’ apresenta-

ram maior ocorrência de *burrknots* em comparação aos híbridos formados por outros genitores, sendo uma informação importante para a área de melhoramento genético da cultura. O cultivar ‘SCS417 Monalisa’ é descendente do cultivar ‘Gala’, sendo este suscetível ao distúrbio, principalmente nas condições de cultivo do Brasil que são mais propícias ao desenvolvimento de *burrknots* (CHRUN et al., 1992; KÚDELA et al., 2009). Por ser uma característica herdável e desencadeada pelo ambiente de cultivo, isso pode explicar a ocorrência de *burrknots* nos híbridos de ‘SCS417 Monalisa’ avaliados.

O estudo deste distúrbio no porta-enxerto e na copa é de grande importância uma vez que os *burrknots* represen-

tam portas de entrada para patógenos, com potencial de causar danos, além de aumentar o custo da produção em função da necessidade de controle dos agentes infestantes. Em regiões produtoras de maçãs dos Estados Unidos, em torno de 70% dos pomares que utilizam porta-enxertos ananizantes ou semiananizantes apresentam algum nível de ocorrência de *burrknots* e relação com a ocorrência de broca *dogwood* (*Synanthedon scitula*), sendo a quantidade de *burrknots* correlacionada positivamente à quantidade de insetos no pomar (KAIN et al., 2004; LOONEY et al., 2012). Os *burrknots* são a principal fonte de alimento na entressafra para a grafolita (*Grapholita molesta*), inseto que causa prejuízos na cultura da macieira no Brasil, e há um aumento da população deste inseto em pomares com maior incidência de *burrknots* prejudicando a produção (ARIOLI, 2007; BISOGNIN et al., 2012). Logo, além de favorecer a caracterização fenotípica de genótipos de macieira em função da maior ou menor propensão em desenvolver esse distúrbio, a utilização da escala apresentada neste trabalho pode auxiliar de forma indireta a definição de possíveis medidas de controle de agentes infestantes que se beneficiam da ocorrência de *burrknots* em plantas de macieira (copa e porta-enxerto).

## Conclusão

A escala elaborada para a classificação de genótipos copa de macieira quanto ao número de *burrknots* ao longo do caule e dos ramos (notas de 1 a 5) foi eficiente na caracterização fenotípica de populações segregantes de macieira, gerando informações importantes para o melhoramento genético

## Agradecimentos

Os autores agradecem à Epagri, à Fapesc, à Udesc, à Finep, à Capes e ao CNPq pelo fomento à pesquisa e financiamento de bolsas de estudo, especialmente ao Sr. M.Sc. Frederico Denardi pela inestimável contribuição para o melhoramento genético de macieira no Brasil.

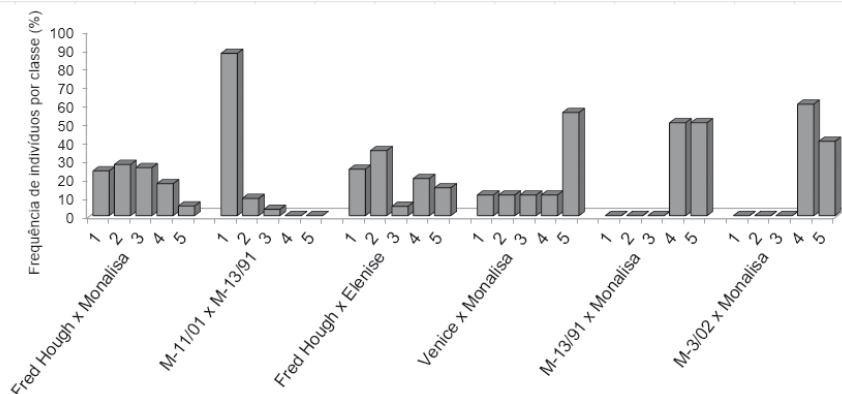
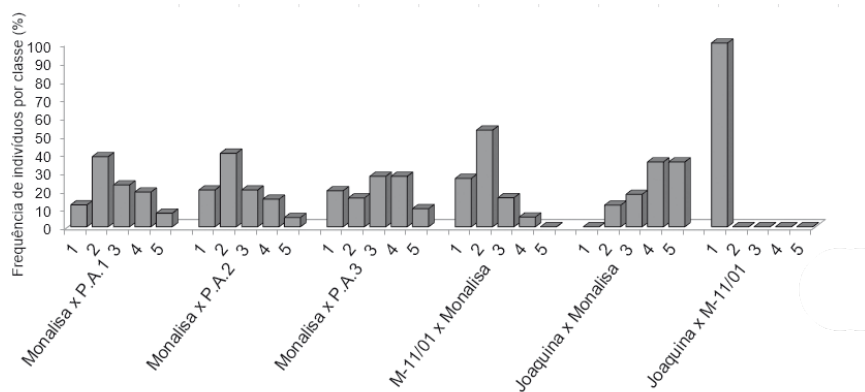


Figura 4. Distribuição de frequência quanto à ocorrência de burrknots por classes 1, 2, 3, 4 e 5, em progênie segregantes do Programa de Melhoramento de Macieira da Epagri, Caçador, SC, safra 2015/2016

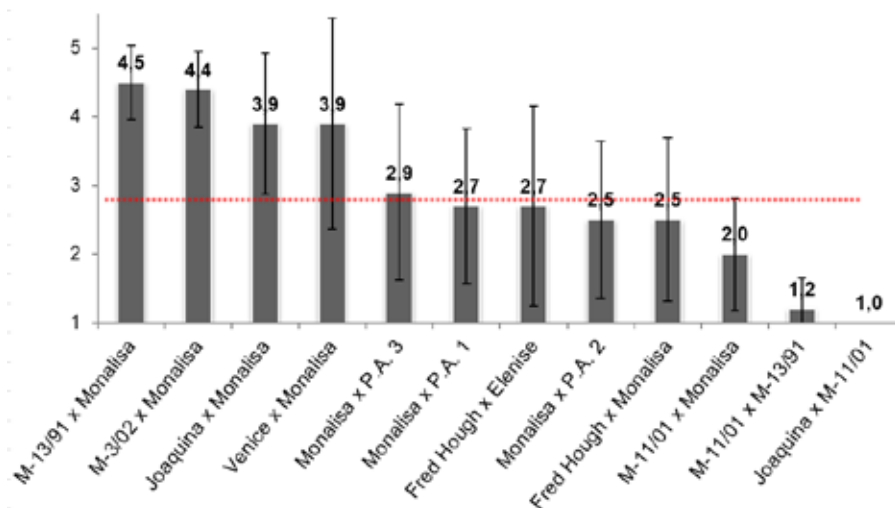


Figura 5. Ocorrência média de burrknots (1 a 5) em populações segregantes de macieira cultivadas em Caçador, SC, na safra 2015/2016 – a linha vermelha pontilhada representa a média geral observada

## Referências

ARIOLI, C.J. **Técnica de criação e controle de *Grapholita molesta* (Busck, 1916) (Lepidoptera: Tortricidae) na cultura da macieira.** 2007. 83p. Tese (Doutorado em Fitos-

sanidade) - Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, RS, 2007.

BISOGNIN, M.; ZANARDI, O.Z.; NAVA, D.E.; ARIOLI, C.J.; BOTTON, M.; GARCIA, M.S.; CABEZAS, M.F. Burrknots as food source for larval development of *Grapholita*

*molesta* (Lepidoptera: Tortricidae) on apple trees. **Environmental Entomology**, Oxford, v.41, n.4, p.849-854, 2012.

CHRUN, A.S.; FACHINELLO, J.C.; ROSSETTO, E.A. Influência de galhas Burrknot no crescimento inicial de macieiras. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.27, n.3, p.509-512, 1992.

CUMMINS, J.N.; ALDWINKLE, H.S. Breeding Apple Rootstocks. In: **Plant Breeding Reviews**. Boston, MA: Springer US, 1983. p.294-394.

KAIN, D.P.; STRAUB, R.W.; AGNELLO, A.M. Incidence and control of dogwood borer (Lepidoptera: Sesiidae) and American plum borer (Lepidoptera: Pyralidae) infesting burrknots on clonal apple rootstocks in New York. **Journal of Economic Entomology**, Oxford, v.97, n.2, p.545-552, 2004.

KUDELA, V.; KREJZAR, V.; KUNDU, J.K.; PÁNKOVÁ, I.; ACKERMANN, P. Apple burrknots involved in trunk canker initiation and dying of young trees. **Plant Protection Science**, Praga, v.45, p.1-11, 2009.

KVITSCHAL, M.V.; DENARDI, F.; SCHUH, F.S.; MANENTI, D.C.; VEZARO, D. Rebrotamento e incidência de "burrknots" em porta-enxertos de macieira enxertados com as cultivares copa Gala e Fuji. Encontro Nacional Sobre Fruticultura de Clima Temperado, 13. **Anais...** p.139, 2013.

LOONEY, C.; LAGASA, E.; PASSOA, S. First records of the dogwood borer, *Synanthedon scitula* (Harris)(Sesiidae), in the Pacific Northwest: a potential threat to ornamental and fruit tree growers. **The Journal of the Lepidopterists' Society**, São Francisco, v.66, n.3, p.171-174, 2012.

SWINGLE, C.F. Burrknot of apple trees: its relation to crown gall and to vegetative propagation. **Journal of Heredity**, Oxford, v.16, n.9, p.313-320, set. 1925.

SWINGLE, C.F. Burrknot formations in relation to vascular system of the apple stem. **Journal of Agricultural Research**, Lahore, v.34, n.6, p.533-544, 1927. ■