ISSN 1679-1150

CIRCULAR TÉCNICA

252

Reação de Hibridos de Milho à Ferrugem-Polissora

Rodrigo Véras da Costa
Luciano Viana Cota
Dagma Dionízia da Silva
Rodrigo Estevam Munhoz de Almeida
Leonardo José Motta Campos

Sete Lagoas, MG
Julho, 2019

A ferrugem-polissora, (*Puccinia polysora* Underwood), é considerada uma das principais doenças foliares da cultura do milho no Brasil em regiões de baixa altitude e clima quente e úmido. A severidade da doença é maior em áreas de clima quente (entre 26 e 30 °C), baixa altitude e elevada umidade relativa do ar. Perdas superiores a 50% na produtividade de grãos têm sido detectadas sob condições ambientais favoráveis (Costa et al., 2015; Casela; Ferreira, 2002; Von Pinho, 1998). Os danos causados pela doença incluem redução da área foliar, redução do peso dos grãos, senescência precoce e acamamento de plantas.

Os sintomas da doença são caracterizados pela presença de pústulas circulares a ovais, de coloração marrom-clara a alaranjada medindo 0,2 a 2,0 mm de comprimento e distribuídas, principalmente, na superfície superior das folhas. Os urediniósporos têm coloração amarela a dourada e são tipicamente elipsoides ou ovoides (Dudienas et al., 2013). Os teliossoros são raros, aparecendo em círculos ao redor das pústulas urediniais, com 0,2 a 0,5 mm de diâmetro, de cor marrom a preta. Os teliósporos e os uredionósporos do patógeno são considerados inóculos primário e secundário da doença, respectivamente. Não existem, ou não são conhecidos, hospedeiros alternativos de *P. polysora* (Pataky, 2000). O fungo geralmente infecta folhas completamente expandidas da planta, e a doença torna-se mais severa à medida que a planta se desenvolve.

Embrapa

Reação de Hibridos de Milho à Ferrugem-Polissora[1]

A dispersão do fungo a longas distâncias ocorre através do vento e a sua sobrevivência no ambiente depende da presença de plantas de milho, por tratar-se de um potógeno biotrófico. As principais medidas recomendadas para o manejo da ferrugem-polissora são a resistência genética e o uso de fungicidas foliares. O uso da resistência genética é dificultado pela elevada variabilidade do patógeno, o que resulta no surgimento de novas raças do fungo, tornando importante a avaliação da resistência em diferentes regiões e épocas de plantio (Casela; Ferreira, 2002). Desse modo, faz-se necessária uma constante avaliação dos híbridos de milho disponíveis no mercado quanto ao nível de resistência ou suscetibilidade que possuem em relação à ferrugem-polissora. As condições ambientais também exercem grande influência sobre o desenvolvimento da doença em caráter epidêmico. Sob condições favoráveis (temperatura em torno de 27 °C e elevada umidade relativa) a reprodução e a dispersão do fungo ocorrem rapidamente, podendo causar grandes epidemias mesmo a partir de um reduzido inóculo inicial.

No presente trabalho foi avaliada a reação de híbridos comerciais de milho quanto à severidade da ferrugem-polissora em diferentes locais de plantio no Estado do Tocantins, na safrinha.

Foram conduzidos três experimentos em campo, em fazendas de produção de grãos (soja verão e milho safrinha) localizadas nos municípios de Pedro Afonso-TO (Fazenda Pedra Azul), Aparecida do Rio Negro-TO (Fazenda Boa Esperança) e Porto Nacional-TO (Fazenda Frigovale). As condições de clima e solo nas três localidades são semelhantes e se caracterizam por chuvas de verão e inverno seco, típico do bioma do Cerrado. A temperatura média na região é de 32 °C na estação seca (abril a setembro) e 26 °C na estação chuvosa (outubro a março). O solo nas três localidades é classificado como Latossolo Vermelho distrófico típico.

[1]Eng.-Agrôn., D.Sc. em Fitopatologia, Pesquisador da Embrapa Milho e Sorgo; Eng.-Agrônomo, D.Sc. em Fitopatologia, Pesquisador da Embrapa Milho e Sorgo;Eng.-Agrôn., D.Sc em Fitopatologia, Pesquisadora da Embrapa Milho e Sorgo;Eng.-Agrôn., D.Sc. em Fitotecnia - Sistema de Produção, Pesquisador da Embrapa Pesca, Aquicultura e Sistemas Agrícolas; Eng.-Agrônomo, D.Sc. em Biologia Vegetal, Pesquisador da Embrapa Soja.

Trinta híbridos de milho foram avaliados no período da safrinha, após o cultivo da soja no verão. As semeaduras dos ensaios foram realizadas em 15/02/2017 (Pedro Afonso), 24/02/2017 (Aparecida do Rio Negro) e 14/03/2017 (Porto Nacional). Foi utilizado o delineamento experimental de blocos ao acaso, com os tratamentos dispostos em arranjo fatorial 3 x 30 (locais x híbridos de milho) e três repetições. As parcelas experimentais foram constituídas por quatro linhas de cinco metros, com espaçamento de 0,50 metro entre linhas e densidade média de 65.000 plantas ha^{-1}. As duas linhas centrais foram consideradas como área útil e as duas linhas laterais, como bordadura. As sementes foram tratadas com tiametoxam na dose de 0,08 L 60.000 $sementes^{-1}$. A adubação consistiu de 130 kg ha^{-1} de P_2O_5, 67,5 kg ha^{-1} de K_2O e 27 kg ha^{-1} de nitrogênio na semeadura, mais 90 kg ha^{-1} de nitrogênio em cobertura, na forma de ureia, aplicada nas fases de 4 a 6 folhas. Não foi realizada aplicação de fungicida para o manejo de doenças, em função do objetivo do experimento.

As avaliações da intensidade da ferrugem-polissora foram realizadas aos 80 dias após a emergência, durante o estádio reprodutivo das plantas. A severidade da ferrugem-polissora foi avaliada em 11/05/2017 (Pedro Afonso), 19/05/2017 (Aparecida do Rio Negro) e 02/06/2017 (Porto Nacional). Para tal, utilizou-se uma escala de notas de 1 (0% de severidade) a 9 (75% de severidade a 100% das folhas com lesões) (Agroceres, 1996). Foi atribuída uma nota média de severidade da doença em cada parcela. As notas de severidade foram submetidas à análise de variância para os diferentes locais, cada local representando uma época distinta de semeadura, e as médias, quando necessário, foram comparadas pelo teste Scott-Knott, a 5% de significância.

Os dados de precipitação foram obtidos em cada localidade utilizando um pluviômetro. A precipitação mensal e o volume total obtido para cada localidade, para os meses de janeiro a junho de 2017, foram coletados (Figura 1). O volume e a distribuição de chuvas foram semelhantes nos três locais, superando a 1.000 mm no período, com volume total ligeiramente superior em Porto Nacional. Em Pedro Afonso e Aparecida do Rio Negro, foram registrados volumes de chuva em todos os meses, embora estes tenham sido menores nos meses de maio e junho. Em Porto Nacional, apesar do maior volume total, não foi registrada chuva no mês de junho (Figura 1).

.

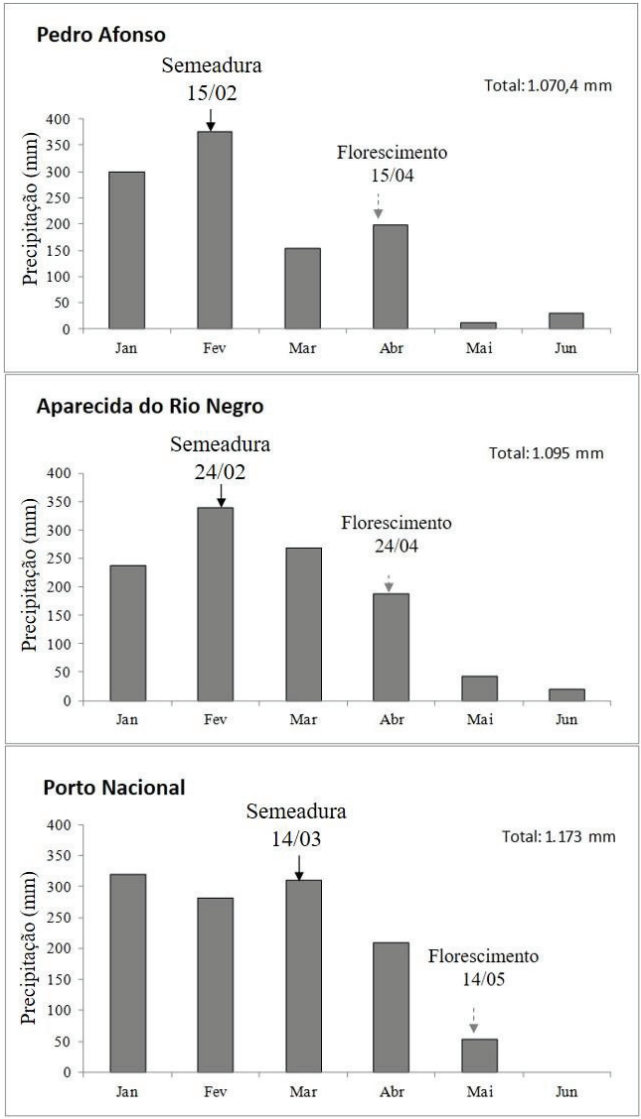

Figura 1. Precipitação média mensal (mm) nos três locais de condução dos experimentos de milho safrinha: Pedro Afonso (semeadura em 15/02), Aparecida do Rio Negro (semeadura em 24/02) e Porto Nacional (semeadura em14/03), na safrinha de 2017, no Estado do Tocantins.

De acordo com a análise de variância, houve interação significativa entre os fatores local de plantio e híbrido para a severidade da doença, indicando que os efeitos isolados dos fatores não explicam toda a variação encontrada para esta característica.

Observou-se diferença entre as médias de severidade nas três épocas de semeadura (Tabela 1). A menor severidade média foi observada em Pedro Afonso (primeira época de semeadura), seguida de Porto Nacional (terceira época de semeadura) e Aparecida de Rio Negro (segunda época de semeadura). Em Pedro Afonso não foi verificada diferença entre os híbridos, em razão da baixa severidade da doença. Em Aparecida de Rio Negro e Porto Nacional, as notas variaram de 1,5 a 7,3, e de 1,0 a 4,3, respectivamente. Na média conjunta das notas de severidade, para os três locais de plantio, os híbridos mais suscetíveis foram SYN 5T78 VIP e LG6033 PRO, seguidos dos híbridos MG580 PW e Fórmula VIP2. No grupo dos mais resistentes, 22 híbridos apresentaram nota média inferior a 2,0.

Tabela 1. Notas de severidade da ferrugem-polissora (*Puccinia polysora*) em 30 híbridos de milho em relação aos locais de avaliação e às datas de semeadura, na safrinha de 2017.

Híbrido	Locais/data semeadura			Média
	Pedro Afonso 15/02/2017	Ap. Rio Negro 24/02/2017	Porto Nacional 14/03/2017	
LG6036 PRO	1,0 a	1,5 a	1,3 a	1,3 a
NS90	1,0 a	1,5 a	1,3 a	1,3 a
2B810 PRO	1,0 a	1,8 a	1,2 a	1,4 a
NS92	1,0 a	1,8 a	1,3 a	1,4 a
P30F35	1,0 a	1,5 a	1,5 a	1,4 a
P3456	1,0 a	1,8 a	1,3 a	1,4 a
2B655 PW	1,0 a	1,8 a	1,5 a	1,5 a
BM3063 PRO2	1,0 a	1,8 a	1,5 a	1,5 a
DKB290 PRO3	1,0 a	1,8 a	1,5 a	1,5 a
DKB310 PRO3	1,0 a	2,0 a	1,3 a	1,5 a
LG3055 PRO	1,0 a	2,0 a	1,3 a	1,5 a

Tabela 1 cont. Notas de severidade da ferrugem-polissora (*Puccinia polysora*) em 30 híbridos de milho em relação aos locais de avaliação e às datas de semeadura, na safrinha de 2017.

Híbrido	Locais/data semeadura			Média
	Pedro Afonso 15/02/2017	Ap. Rio Negro 24/02/2017	Porto Nacional 14/03/2017	
MG652 PW	1,0 a	2,3 a	1,3 a	1,5 a
P2830	1,0 a	2,0 a	1,3 a	1,5 a
Truck VIP	1,0 a	2,0 a	1,3 a	1,5 a
2B512 PW	1,0 a	2,8 b	1,0 a	1,6 a
DKB390 PRO3	1,0 a	2,3 a	1,5 a	1,6 a
LG3040 VIP3	1,0 a	2,3 a	1,5 a	1,6 a
P30S31	1,0 a	2,3 a	1,5 a	1,6 a
Penta VIP	1,0 a	2,5 b	1,3 a	1,6 a
MG600 PW	1,0 a	2,3 a	1,8 a	1,7 a
NS70	1,0 a	2,5 b	1,5 a	1,7 a
SX7341 VIP3	1,0 a	3,0 b	1,0 a	1,7 a
LG6304 PRO	1,0 a	3,5 b	1,5 a	2,1 b
Supremo VIP	1,0 a	4,3 c	1,3 a	2,2 b
RIBER 9110 PRO	1,0 a	4,0 c	1,8 a	2,3 b
Defender VIP	1,0 a	4,8 c	1,3 a	2,4 b
FórmulaVIP2	1,0 a	5,5 d	1,8 a	2,8 c
MG580 PW	1,0 a	4,3 c	3,5 b	3,0 c
SYN 5T78 VIP	1,0 a	6,5 e	4,3 b	4,0 d
LG6033 PRO	1,0 a	7,3 e	4,0 b	4,1 d
Médias	1,0 a	2,8 c	1,6 b	1,8

Para cada local, notas seguidas pela mesma letra na coluna não diferem entre si ao nível de 5% de probabilidade pelo teste Scott-Knott.

Segundo Chagas et al. (2015) e Costa et al. (2015), a ferrugem-polissora está entre as principais doenças foliares do milho no Estado do Tocantins. Os resultados obtidos no presente trabalho estão de acordo com os referidos

autores quanto à importância da ferrugem-polissora para o milho safrinha na região de Tocantins. Considerando as condições favoráveis para o desenvolvimento da doença e os genótipos suscetíveis, é imprescindível que se adotem medidas de controle para redução dos danos provocados pela doença em plantios de milho no Tocantins. Entre as medidas de controle destaca-se a resistência genética (Casela; Ferreira, 2002; Dudienas et al., 2013).

No presente trabalho observou-se variabilidade entre os híbridos quanto a reação à ferrugem-polissora. Resultados semelhantes têm sido relatados na literatura. Von Pinho et al. (2001), verificaram a diferença entre híbridos quanto a reação à ferrugem-polissora. Segundo os autores, os híbridos mais resistentes a *P. polysora* foram Z 8392, C 909 e C 333, e os mais suscetíveis foram P 3069, AG 9012, C 956. Resultados semelhantes têm sido relatados em outros trabalhos (Vieira et al., 2011; Nihei; Ferreira, 2012). Em condição controlada, Costa et al. (2015) avaliaram 46 híbridos de milho com inoculação artificial e relataram três híbridos resistentes (2B710, Impacto VIP e P30F80), três moderadamente resistentes (Impacto, P30F35 e P30F35HX) e 89% dos híbridos foram classificados como suscetíveis ou altamente suscetíveis à doença. Além disso, verificaram diferenças entre a reação à doença nas versões transgênicas e convencionais do mesmo híbrido, como foi o caso do híbrido Impacto e Impacto VIP, que foram considerados como resistentes e moderadamente resistentes ao fungo, respectivamente.

Costa et al. (2015) obtiveram resultados semelhantes de resistência para o híbrido P30F35. No entanto, resultados divergentes foram observados para o híbrido DKB390 PRO3, que apresentou reação de resistência no presente trabalho, mas foi classificado como suscetível pelos referidos autores. Esta diferença pode estar relacionada à alta variabilidade genética do patógeno, indicando a existência de diferentes raças do fungo na natureza, conforme descrito por Casela e Ferreira (2002).

A severidade média da ferrugem-polissora foi maior no ensaio conduzido em Aparecida do Rio Negro, segunda época de semeadura (Tabela1; Figura 2). As condições de chuva e temperatura média (em torno de 26 °C) para Pedro Afonso (primeira época de semeadura) e Aparecida do Rio Negro (segunda época de semeadura) foram muito próximas, portanto, outros fatores podem ter contribuído para a menor severidade das doenças na

primeira época de semeadura. A primeira época corresponde aos primeiros plantios de milho safrinha na região, após a colheita da soja cultivada no verão. Pelo fato de o fungo *P. polysora* ser um parasita obrigatório e não ter outros hospedeiros conhecidos (Pataky, 2000), os primeiros plantios foram submetidos a uma menor pressão de inóculo, resultando em menor severidade da doença no campo. Para os plantios subsequentes é provável que o inóculo (urediniósporos) da doença, produzido nos primeiros plantios, se disperse com maior rapidez e produza novas infecções mais rapidamente em condições ambientais favoráveis.

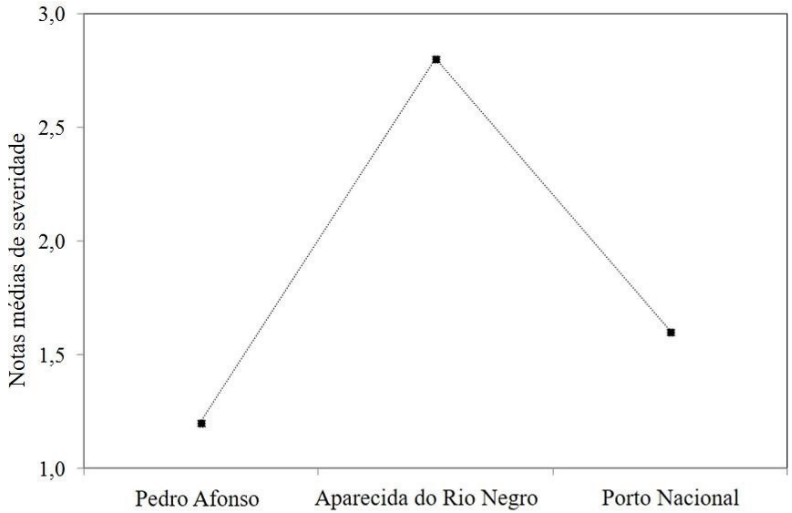

Figura 2. Notas médias de severidade da ferrugem-polissora avaliada em três locais, Pedro Afonso (semeadura em 15/02/2017), Aparecida do Rio Negro (semeadura em 24/02/2017) e Porto Nacional (semeadura em 14/03/2017), na safrinha de 2017, no Estado do Tocantins.

No caso do ensaio de Porto Nacional (terceira época de semeadura), a menor severidade da ferrugem em relação a Aparecida do Rio Negro (segunda época de semeadura) está relacionada à maior restrição hídrica, ocasionada pela semeadura tardia. Em Aparecida do Rio Negro, o florescimento das plantas ocorreu na segunda quinzena de abril, com chuvas suficientes para o desenvolvimento da doença, inclusive no mês de maio (Figura 1). Em Porto Nacional, o florescimento ocorreu em maio, no final do período chuvoso, com maior restrição hídrica e condições menos favoráveis ao desenvolvimento da doença. É conhecido que as plantas de milho se tornam mais suscetíveis ao ataque de doenças após a fase de florescimento e, para o desenvolvimento

dos patógenos, é necessário um período de molhamento foliar de 2 a 24 horas (Hollier; King, 1985; Godoy et al., 1999). Estes resultados corroboram os dados obtidos por Dudienas et al. (2013), com plantios em diferentes locais do Estado de São Paulo, onde a menor severidade da ferrugem-polissora ocorreu em ambientes com menor precipitação após o florescimento do milho. Portanto, alterações na época de semeadura que resultem em condições restritivas de umidade após o florescimento desfavorecem a ocorrência de algumas doenças foliares, como é o caso da ferrugem-polissora.

Juliatti e Souza (2005) avaliaram o efeito de duas épocas de semeadura, em 06/02/2002 e 04/03/2002, no desenvolvimento das doenças foliares do milho safrinha na região de Itumbiara-GO. Segundo os autores, ferrugem-polissora, ferrugem-branca e mancha-de-turcicum ocorrem em maior severidade no plantio realizado no mês de fevereiro, e a mancha-de-bipolaris ocorreu em maior severidade na semeadura realizada em março. No presente trabalho, resultados semelhantes foram observados. A ferrugem-polissora apresentou maior severidade na semeadura realizada em 24 de fevereiro, quando houve menor restrição hídrica na fase de florescimento e enchimento de grãos (Figuras 1 e 2).

Baseado nos resultados obtidos, conclui-se: I. há variabilidade nos genótipos de milho quanto à resistência à ferrugem-polissora, e híbridos com bons níveis de resistência a esta ferrugem foram identificados; II. A época de semeadura influenciou a severidade da ferrugem-polissora; e III. A severidade da ferrugem-polissora foi maior na semeadura realizada no último decêndio de fevereiro.

Referências

AGROCERES. **Guia Agroceres de sanidade**. 2. ed. São Paulo, 1996. 72 p.

CASELA, C. R.; FERREIRA, A. S. Variability in isolates of *Puccinia polysora* in Brazil. **Fitopatologia Brasileira**, Brasília, v. 27, n. 4, p. 414-416, 2002.

CHAGAS, J. F. R.; SANTOS, G.; COSTA, R.; COTA, L. V.; SILVA, D.; SIMON, J.; MOURÃO, D. D. S. C. **Principais doenças foliares da cultura do milho**

no Estado do Tocantins. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2015. 13 p. (Embrapa Milho e Sorgo. Circular Técnica, 213).

COSTA, R. V. da; SILVA, D. D.; COTA, L. V. **Reação de cultivares de milho à ferrugem-polissora em casa de vegetação**. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2015. 11 p. (Embrapa Milho e Sorgo. Circular Técnica, 214).

GODOY, C. V.; AMORIM, L.; BERGAMIN FILHO, A. Influência da duração do molhamento foliar e da temperatura no desenvolvimento da ferrugem do milho causada por *Puccinia polysora*. **Fitopatologia Brasileira**, Brasília, v. 24, p. 160-165, 1999.

DUDIENAS, C.; FANTIN, G. M.; AILDSON, P.; DUARTE, A. P.; TICELLI, M.; BÁRBARO, I. M.; FREITAS, R. S.; LEÃO, P. C. L.; CAZENTINI FILHO, G.; BOLONHEZI, D.; PÂNTANO, A. P. Severidade de ferrugem-polissora em cultivares de milho e seu efeito na produtividade. **Summa Phytopathologica**, Botucatu, v. 39, n. 1, p. 16-23, 2013.

HOLLIER, C. A.; KING, S. B. Effect of dew period and temperature on infection of seedling maize plants by *Puccinia polysora*. **Plant Disease**, v. 69, n. 3, p. 219-220, 1985.

JULIATTI, F. C.; SOUZA, R. M. Efeito de épocas de plantio na severidade de doenças foliares e produtividade de híbridos de milho. **Bioscience Journal**, Uberlândia, v. 21, n. 1, p. 103-112, 2005.

NIHEI, T. H.; FERREIRA, J. M. Análise dialélica de linhagens de milho com ênfase na resistência a doenças foliares. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 47, n. 3, p. 369-377, 2012.

PATAKY, J. K. Rusts. In: WHITE, D. G. (Ed.). **Compendium of corn diseases**. 3. ed. St. Paul: American Phytopathological Society, 2000. p. 35- 38.

VIEIRA, R. A.; SCAPIM, C. A.; TESSMANN, D. J.; HATA, F. T. Análise dialélica da produtividade, capacidade de expansão e resistência à ferrugem-polissora em linhagens de milho-pipoca. **Revista Ciência Agronômica**, Fortaleza, v. 42, n. 3, p. 774-780, 2011.

VON PINHO, R. G.; RAMALHO, M. A. P.; RESENDE, I. V.; SILVA, H. P.; POZAR, G. Reação de híbridos comerciais de milho às ferrugens polissora e

tropical. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 36, n. 3, p. 439-445, 2001.

VON PINHO, R. G. **Metodologia de avaliação, quantificação de danos e controle genético da resistência a Puccinia polysora Underw. e Physopella zeae (Mains) Cummins e Ramachar na cultura do milho**. 1998. Tese (Doutorado) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, 1998.

Esta publicação está disponível no endereço:
https://www.embrapa.br/milho-e-sorgo/publicações

Embrapa Milho e Sorgo
Rod. MG 424 Km 45
Caixa Postal 151
CEP 35701-970 Sete Lagoas, MG
Fone: (31) 3027-1100
Fax: (31) 3027-1188
www.embrapa.br/fale-conosco/sac

1ª edição
Publicação digitalizada (2019)

Comitê Local de Publicações da Unidade Responsável

Presidente
Sidney Netto Parentoni

Secretário-Executivo
Elena Charlotte Landau

Membros
Antonio Claudio da Silva Barros, Cynthia Maria Borges Damasceno, Maria Lúcia Ferreira Simeone, Roberto dos Santos Trindade e Rosângela Lacerda de Castro

Revisão de texto
Antonio Claudio da Silva Barros

Normalização bibliográfica
Rosângela Lacerda de Castro (CRB 6/2749)

Tratamento das ilustrações
Tânia Mara Assunção Barbosa

Projeto gráfico da coleção
Carlos Eduardo Felice Barbeiro

Editoração eletrônica
Tânia Mara Assunção Barbosa

CGPE 15337