AGRARIAN
OPEN ACCESS
e-ISSN: 1984-2538

Severidade de doenças fúngicas foliares e desfolha da soja sob densidades de semeadura

Severity of foliar fungal diseases and soybean defoliation under seeding densities

João Antônio Paraginski
Universidade Federal de Santa Maria (UFSM)
E-mail: joaoantonioparaginski@gmail.com
OrcID: https://orcid.org/0000-0003-0690-9402

Marcos Toebe
Universidade Federal de Santa Maria (UFSM)
E-mail: m.toebe@gmail.com
OrcID: https://orcid.org/0000-0003-2033-1467

Mariana Poll Moraes
Universidade Federal de Santa Maria (UFSM)
E-mail: maripollmoraes@gmail.com
OrcID: https://orcid.org/0000-0001-7546-7025

Pedro Elmar Paraginski
Universidade Federal de Santa Maria (UFSM)
E-mail: pedroparaginski1992@outlook.com
OrcID: https://orcid.org/0000-0002-4576-3242

Data de recebimento: 10/06/2021
Data de aprovação: 28/06/2022
DOI: https://doi.org/10.30612/agrarian.v15i55.14833

Resumo: Práticas culturais como o ajuste da densidade de semeadura da soja têm contribuído significativamente na prevenção e manejo de doenças foliares, por meio de alterações provocadas no crescimento de plantas, fechamento de entrelinhas e na taxa de penetração de agrotóxicos no dossel da cultura. Objetivou-se quantificar a severidade de doenças fúngicas foliares e o nível de desfolha ao longo do ciclo produtivo de cultivares de soja submetidas à densidades de semeadura. Para tal, foram utilizadas duas cultivares, dispostas em cinco densidades de semeadura. Durante o período reprodutivo da cultura, foram realizadas avaliações visuais, por meio da utilização de escalas diagramáticas propostas para quantificar a severidade de doenças foliares na cultura e grau de desfolha de plantas. De modo geral, o aumento da densidade de plantas proporcionou maior severidade de doenças de final de ciclo, intensificando a desfolha de plantas em ambas as cultivares de soja.

Palavras-chave: *Glycine max*. Práticas culturais. Doenças de final de ciclo.

Abstract: Cultural practices such as adjusting the sowing density of soybeans have contributed significantly to the prevention and management of foliar diseases, through changes caused in plant growth, closure of inter-rows and the penetration rate of pesticides into the crop canopy. The objective was to quantify the severity of fungal leaf

Esta obra está licenciada com uma Licença Creative Commons Atribuição-NãoComercial-CompartilhaIgual 3.0 Brasil.

diseases and the level of defoliation throughout the production cycle of soybean cultivars submitted to different sowing densities. To this end, two cultivars were used, arranged in five sowing densities. During the reproductive period of the crop, visual evaluations were performed using diagrammatic scales proposed to quantify the severity of leaf diseases in the crop and the degree of plant defoliation. In general, the increase in plant density provided greater severity of end-of-cycle diseases, intensifying plant defoliation in both soybean cultivars.

Keywords: *Glycine max*. Cultural Practices. End of cycle diseases.

1 Introdução

A soja [*Glycine max* (L.) Merrill] é uma cultura de ciclo anual, pertencente à família Fabaceae. Seu cultivo é amplamente difundido pelo mundo, sendo que no Brasil seu complexo (grão, óleo e farelo) desempenha significativa importância nas cadeias agroindustriais. Na última década, o Brasil apresentou crescimento na produção de soja, tendo produção recorde de 120,93 milhões de toneladas para a safra 2019/2020, representando acréscimo de 5,1% em relação à safra agrícola anterior (Companhia Nacional de Abastecimento [Conab], 2020).

Tal aumento da produtividade é decorrente de intensos avanços do melhoramento genético, o qual tem proporcionado lançamentos anuais de genótipos mais produtivos e resistentes às principais doenças da cultura (Alves *et al*., 2013; Kavalco *et al*., 2014). A utilização de novas cultivares de soja, tem contribuído de forma eficaz no incremento de produtividade e estabilidade de produção, sem acrescentar custos significativos ao produtor (Ferreira Júnior, Espindola, Gonçalves, Lopes, 2010).

Em virtude da intensificada produção, a soja tornou-se alvo de diversos patógenos responsáveis por consideráveis reduções de produtividade (Lebreton *et al*., 2017). Nesse cenário, as doenças fúngicas merecem destaque, pois além de contribuírem para a elevação dos custos de produção, detêm alto potencial de dano, podendo acarretar em elevadas perdas de produção ao longo do ciclo reprodutivo da cultura, se mal manejadas.

Visando a redução dos danos e perdas causadas por doenças, diversas medidas de controle podem ser utilizadas, merecendo destaque o controle químico, a resistência genética e o controle cultural. O controle químico de doenças geralmente é eficiente e economicamente viável para garantir elevadas produções com qualidade, no entanto, o uso de fungicidas químicos é uma medida geralmente recomendada para cultivares suscetíveis, que tenham atingido severidade de doenças entre 10 e 15% (Ribeiro, Erasmo, Rocha, Moraes, Matos, 2016). Já o melhoramento genético de cultivares, por meio de resistência ou tolerância, é a forma mais eficaz e econômica de reduzir os danos causados por doenças, porém, quando resistência genética e controle químico são aliados, além da maior eficiência de controle, há maior preservação da eficácia destas (Tormen *et al*., 2013). Em soja, o controle das doenças por meio de cultivares resistentes tem sido efetivo e duradouro para várias doenças importantes, tais como a mancha olho-de-rã e o cancro-da-haste (Melo, Roese, Goulart, 2015). Ainda, o controle cultural detêm grande potencial para a redução de injúrias, pois relaciona-se diretamente com a manipulação das condições de pré-semeadura e desenvolvimento da planta, buscando favorecer o crescimento e desenvolvimento da cultura, em relação ao patógeno (Bellé & Fontana, 2018). Nesse sentido, práticas culturais como rotação de culturas, semeadura em época e densidade de plantas adequadas têm sido amplamente estudadas, a fim de determinar seu potencial sobre a severidade dos principais patógenos de culturas agrícolas. O ajuste da densidade de semeadura da soja é uma das práticas culturais mais comuns e importantes para a obtenção de elevadas produtividades de grãos, sendo fator determinante na competição intraespecífica da cultura, podendo provocar alterações no crescimento de plantas, velocidade de fechamento de entrelinhas, severidade de patógenos e penetração de agrotóxicos no dossel da cultura (Balbinot Junior, Procópio, Debiasi, Franchini, Panison, 2015; Rocha *et al*., 2018).

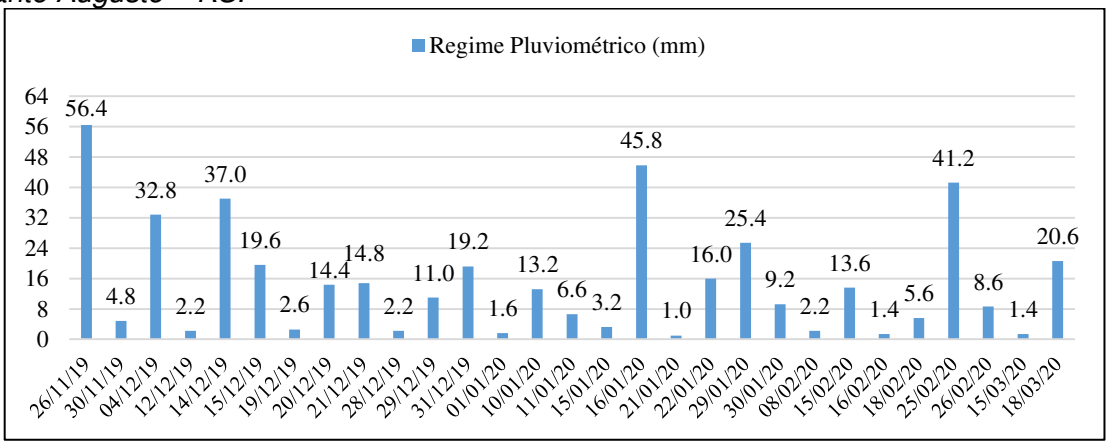
Esta obra está licenciada com uma Licença Creative Commons Atribuição-NãoComercial-CompartilhaIgual 3.0 Brasil.

Baseado no exposto, objetivou-se quantificar a severidade de doenças fúngicas foliares e o nível de desfolha ao longo do ciclo produtivo de cultivares de soja submetidas à densidades de semeadura.

2 Materiais e Métodos

O presente trabalho foi conduzido em área localizada no município de Santo Augusto – RS (27º 52' 28" S, 53º 49' 57" W e elevação de 491 metros acima do nível do mar), durante o período correspondente a safra 2019/2020. De acordo com a classificação climática de Köppen-Geiger, o clima do local é Cfa (Clima subtropical úmido). O regime pluviométrico acumulado durante o período de realização do experimento (20/11/2019 a 21/03/2020) foi de aproximadamente 430 mm de chuva, mal distribuídos (Figura 1).

Figura 1. Regime pluviométrico observado durante o período de 20/11/2019 a 21/03/2020, em Santo Augusto – RS.
Figure 1. *Rainfall regime observed during the period from 20/11/2019 to 21/03/2020, in Santo Augusto – RS.*



Fonte: Elaborada pelo autor (2022).

Para realização do experimento foram utilizadas sementes de duas cultivares de soja (NS 5700 IPRO e NS 6010 IPRO) e cinco densidades de semeadura (271111, 303111, 312889, 331556 e 343556 plantas ha^{-1}), num esquema bifatorial completo com dez tratamentos no delineamento de blocos ao acaso com três repetições.

As sementes de ambas as cultivares, inicialmente receberam o tratamento industrial de sementes Fortenza® Duo (Fortenza 600 FS® + Cruiser® 600 FS + Maxim Advanced®) e, posteriormente, no momento da semeadura, foram submetidas ao processo de inoculação com Atmo® (*Bradyrhizobium japonicum*), e coinoculação com AzzoFix® (*Azospirillum brasilense* Cepas AbV5 e AbV6). Após a colheita da cultura antecessora [Trigo (*Triticum aestivum*)], como manejo de pré-semeadura, foi realizada pulverização com herbicida Glifosato, visando controlar as plantas daninhas a fim de minimizar as possíveis interferências experimentais em função destas.

A semeadura foi realizada em 20/11/2019, de forma mecanizada, com velocidade de 6 km h^{-1}, profundidade de semeadura de 4 cm e espaçamento entre linhas de 0,45 metros. A adubação de base foi de 270 kg ha^{-1} de fertilizante com formulação comercial 2-23-23 ($N–P_2O_5–K_2O$) na linha de semeadura e, posteriormente, 20 dias após a emergência, 120 kg ha^{-1} de KCl (60% K_2O) por meio de distribuição a lanço em cobertura. A semeadura foi realizada em parcelas com dimensões de 3,15 m × 20 m, sendo cada parcela composta por sete linhas de semeadura, espaçadas em 0,45 m entre si.

Quanto ao manejo cultural com fungicidas e inseticidas, foram realizadas três aplicações destes, sendo a primeira realizada em 14/01/2020, estando as plantas em estádio fenológico R1 (início da floração até 50% das plantas com uma flor). Para tal,

Esta obra está licenciada com uma Licença Creative Commons Atribuição-NãoComercial-CompartilhaIgual 3.0 Brasil.

foram utilizados os produtos comerciais Elatus®, Cypress® 400 EC, Premio® e Agrex'Oil®. A segunda aplicação foi realizada em 02/02/2020, quando as plantas encontravam-se em estádio fenológico R4 (vagens no terço superior com 02 a 04 cm de comprimento) e utilizou-se os produtos comerciais Nomolt® 150, Batent®, Fox®, Engeo Pleno™ S, Cuprozin Ultra® e Agrex'Oil®. Já a terceira aplicação, foi realizada em 22/02/2020, quando as plantas se encontravam em R5.3 (vagens entre 25 e 50% de granação), sendo utilizados os produtos comerciais Cronnos®, Engeo Pleno™ S, Premio® e Agrex'Oil®. Todos os produtos foram utilizados nas doses recomendadas para a cultura da soja.

A fim de verificar a influência das densidades de semeadura sobre a severidade de doenças fúngicas foliares nas duas cultivares de soja, foram realizadas avaliações visuais semanalmente, por meio da utilização de escalas diagramáticas propostas para quantificar a severidade de doenças foliares na cultura. Sendo assim, foram utilizadas as escalas diagramáticas propostas por Godoy, Koga e Canteri (2006) para avaliação da severidade de ferrugem asiática, por Martins *et al.* (2004) para avaliação da severidade das doenças de final de ciclo (DFCs), por Soares, Godoy e Oliveira (2009) para avaliação da severidade de mancha alvo, e por Hirano, Hikishima, Silva, Xavier e Canteri (2010) para avaliação e estimativa de desfolha de plantas. Dessa forma, foram avaliadas visualmente plantas presentes em 03 metros lineares, nas 03 linhas centrais das parcelas. As avaliações deram-se a partir de 13/01/2020, momento em que as plantas encontravam-se em estádio fenológico R1, seguindo até o estádio fenológico R9 (Ponto de maturação de colheita) ou até as plantas apresentarem desfolha superior a 95%. Foram monitoradas e quantificadas a severidade de ferrugem asiática (*Phakopsora pachyrhizi*) nos terços inferior, médio e superior da planta, oídio (*Microsphaera diffusa*), mancha alvo (*Corynespora cassiicola*) e o grupo de doenças de final de ciclo (DFCs), sendo monitoradas: antracnose (*Colletotrichum truncatum*), crestamento foliar de Cercospora (*Cercospora kikuchii*), mancha-olho-de-rã (*Cercospora sojina*), mancha-parda (*Septoria glycines*) e míldio (*Peronospora manshurica*). Ainda, durante este período, foi realizada a quantificação da desfolha das plantas.

Para cada variável, realizou-se a estimativa dos componentes de variância com o uso do modelo matemático bifatorial (Storck, Garcia, Lopes, Estefanel, 2016), dado pela equação 1.

$$"Y_{ijk} = m + C_i + P_j + (CP)_{ij} + \beta_{k\,+}\, \varepsilon_{ijk}" \quad (1)$$

Em que:

Y_{ijk} - Valor médio observado da variável resposta na parcela ijk;

m - Média geral;

C_i - Efeito fixo do nível i (i = 1, 2) do fator cultivar;

P_j - Efeito fixo do nível j (271111, 303111, 312889, 331556, 343556) do fator densidade;

$(CP)_{ij}$ - Efeito da interação do nível i do fator cultivar com o nível j do fator densidade;

$\beta_{k\,-}$ é o efeito aleatório do bloco (k = 1, 2 e 3);

ε_{ijk} - Efeito do erro experimental, considerado normal e independentemente distribuído com média zero e variância comum σ^2.

A partir da significância dos fatores em estudo, realizou-se o agrupamento de médias por meio do teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade para cultivares e regressão para o fator densidade. Todas as análises foram realizadas com os softwares Microsoft Office Excel e Sisvar (Ferreira, 2011).

3 Resultados e Discussão

Para a avaliação da mancha alvo no dia 20/01/2020 foi verificada diferença entre cultivares (Tabela 1), sendo a maior severidade observada na cultivar NS 6010 IPRO (Tabela 2).

Esta obra está licenciada com uma Licença Creative Commons Atribuição-NãoComercial-CompartilhaIgual 3.0 Brasil.

Tabela 1. Resumo da análise de variância das variáveis avaliadas em duas cultivares de soja e cinco densidades de semeadura durante a safra 2019/20 em Santo Augusto – RS.
Table 1. *Abstract of the analysis of variance of the variables evaluated in two soybean cultivars and five sowing densities during the 2019/20 crop in Santo Augusto - RS.*

Fontes de Variação	Graus de Liberdade	Quadrados Médios para Mancha Alvo				
		20/01	27/01	03/02	10/02	27/01
Bloco	2	0,01^{ns}	0,08*	0,08*	0,08*	0,66^{ns}
Cultivar	1	0,36*	0,13*	0,13*	0,13*	4,41*
Densidade	4	0,02^{ns}	0,003^{ns}	0,003^{ns}	0,003^{ns}	0,92^{ns}
Interação	4	0,03*	0,01^{ns}	0,01^{ns}	0,01^{ns}	1,37^{ns}
Erro	18	0,01	0,02	0,02	0,02	0,79
Média Geral		0,12	0,10	0,10	0,10	3,08
CV (%)		82,97	131,23	131,23	131,23	28,79

Fontes de Variação	Graus de Liberdade	Quadrados Médios para Desfolha						
		03/02	10/02	16/02	24/02	01/03	08/03	15/03
Bloco	2	2,16^{ns}	3,66*	0,61^{ns}	1,41^{ns}	11,03*	2,43^{ns}	0,00^{ns}
Cultivar	1	25,21*	5,21*	10,21*	2,41^{ns}	0,53^{ns}	300,83*	30,00*
Densidade	4	0,72^{ns}	6,65*	3,90*	6,47^{ns}	20,20*	16,58*	0,25^{ns}
Interação	4	1,75^{ns}	0,94*	0,52^{ns}	4,28^{ns}	3,20^{ns}	1,92^{ns}	0,25^{ns}
Erro	18	1,71	0,38	0,42	2,28	1,63	2,14	0,11
Média Geral		8,02	11,68	12,52	23,02	27,13	31,17	99,00
CV (%)		16,33	5,28	5,20	6,56	4,70	4,69	0,34

Fontes de Variação	Graus de Liberdade	Quadrados Médios para Doenças de Final de Ciclo						
		03/02	10/02	16/02	24/02	01/03	08/03	15/03
Bloco	2	2,17*	0,46*	0,08^{ns}	0,11^{ns}	7,06*	0,70^{ns}	0,70^{ns}
Cultivar	1	0,43^{ns}	0,39*	0,01^{ns}	12,29*	0,94^{ns}	3,33^{ns}	3,33^{ns}
Densidade	4	0,27^{ns}	0,88*	1,02*	0,59^{ns}	2,29^{ns}	4,47*	4,47*
Interação	4	0,10^{ns}	0,39*	0,58^{ns}	0,67^{ns}	4,45*	0,50^{ns}	0,50^{ns}
Erro	18	0,39	0,05	0,26	0,39	0,83	0,92	0,92
Média Geral		1,33	2,41	3,16	4,06	8,21	10,60	10,60
CV (%)		46,90	9,68	16,10	15,34	11,07	9,06	9,06

* Efeito significativo pelo teste F em nível de 5% de probabilidade de erro. ^{ns} Não significativo. **Fonte:** Elaborado pelo autor (2022).
** Significant effect by F test at 5% error probability level. ^{ns} Not significant.* ***Source:*** *Prepared by the author (2022).*

Embora a interação também tenha sido significativa, nenhum modelo de regressão testado (linear, quadrático ou cúbico para NS 5700 IPRO, NS 6010 IPRO ou no geral) foi significativo e com boa capacidade preditiva. Apenas os desvios dos modelos geral e da cultivar NS 6010 IPRO foram significativos (Tabela 1), provavelmente pela menor ocorrência de doença na terceira densidade testada (312889 plantas ha^{-1}). A severidade da doença, em ambas as cultivares, pode ser atribuída ao período de molhamento de cerca de 19 horas, ao qual a cultura esteve condicionada entre 15 e 16/01/2020, onde foram registrados 3,2 e 45,8 mm de chuva, respectivamente (Figura 1).

Nas avaliações dos dias 27/01, 03/02 e 10/02 houve estabilidade de ocorrência da doença, sem aumento entre tais avaliações (Tabela 2). Nessas três avaliações, a maior ocorrência foi observada na cultivar NS 5700 IPRO, não sendo verificado efeito significativo da densidade e da interação (Tabela 1). Nenhum modelo testado nesse caso foi significativo, comprovando a ausência de efeito da densidade nas duas cultivares e no geral. A estabilização da severidade de mancha alvo se deu em função da baixa ocorrência de precipitação pluviométrica durante o período entre 20/01 e 27/01 (Figura 1), não configurando condição climática favorável ao desenvolvimento da doença (elevada umidade relativa). Porém a estabilização da severidade desta, é atribuída a aplicação de fungicida (Trifloxistrobina + Protioconazol) realizada em 02/02, em que se teve o controle das infecções pré-existentes do patógeno, confirmado pela estabilização do percentual

Esta obra está licenciada com uma Licença Creative Commons Atribuição-NãoComercial-CompartilhaIgual 3.0 Brasil.

de severidade da doença na avaliação realizada em 10/02. A eficácia do controle de mancha alvo por meio da utilização de Trifloxistrobina + Protioconazol também foi constatada por Godoy *et al*. (2020), em que, a associação destes ativos, apresentou 76% de controle de mancha alvo em cultivares suscetíveis a doença.

Tabela 2. Anova complementar para variáveis avaliadas em duas cultivares de soja e cinco densidades de semeadura durante a safra 2019/20 em Santo Augusto – RS.
Table 2. *Complementary Anova for variables evaluated in two soybean cultivars and five sowing densities during the 2019/20 crop in Santo Augusto - RS.*

Cultivar	Densidade	Médias para Mancha Alvo				
		20/01	27/01	03/02	10/02	27/01
NS 5700	271111	0,00	0,10	0,10	0,10	2,67
NS 5700	303111	0,00	0,13	0,13	0,13	2,33
NS 5700	312889	0,00	0,20	0,20	0,20	2,33
NS 5700	331556	0,00	0,23	0,23	0,23	2,83
NS 5700	343556	0,03	0,17	0,17	0,17	3,33
Média NS 5700		0,01b	0,17a	0,17a	0,17a	2,70b
NS 6010	271111	0,27	0,03	0,03	0,03	3,67
NS 6010	303111	0,40	0,07	0,07	0,07	4,00
NS 6010	312889	0,07	0,00	0,00	0,00	2,67
NS 6010	331556	0,27	0,00	0,00	0,00	4,33
NS 6010	343556	0,13	0,07	0,07	0,07	2,67
Média NS 6010		0,23a	0,03b	0,03b	0,03b	3,47a

Cultivar	Densidade	Médias para Desfolha						
		03/02	10/02	16/02	24/02	01/03	08/03	15/03
NS 5700	271111	7,33	11,00	11,33	21,33	25,67	32,00	100,00
NS 5700	303111	6,67	10,00	11,67	24,50	25,67	33,00	100,00
NS 5700	312889	7,17	10,67	11,67	22,67	28,00	33,33	100,00
NS 5700	331556	6,67	12,33	12,33	23,00	28,00	36,33	100,00
NS 5700	343556	7,67	12,33	12,67	25,00	29,00	37,00	100,00
Média NS 5700		7,10b	11,27b	11,93b	23,30a	27,27a	34,33a	100,00a
NS 6010	271111	8,00	10,50	11,50	21,67	25,00	27,00	97,33
NS 6010	303111	9,00	11,33	13,00	21,33	25,00	27,00	98,00
NS 6010	312889	10,00	12,17	12,83	23,00	26,00	27,67	98,00
NS 6010	331556	9,33	13,17	13,83	24,00	30,00	28,67	98,33
NS 6010	343556	8,33	13,33	14,33	23,67	29,00	29,67	98,33
Média NS 6010		8,93a	12,10a	13,10a	22,73a	27,00a	28,00b	98,00b

Cultivar	Densidade	Médias para Doenças de Final de Ciclo						
		03/02	10/02	16/02	24/02	01/03	08/03	15/03
NS 5700	271111	1,33	2,00	2,50	4,83	6,83	9,00	9,00
NS 5700	303111	1,33	2,00	2,77	5,50	7,27	9,33	9,33
NS 5700	312889	1,57	2,37	2,63	5,00	10,00	11,00	11,00
NS 5700	331556	1,67	3,17	3,83	4,17	8,83	10,67	10,67
NS 5700	343556	1,33	3,10	4,00	4,00	9,00	11,33	11,33
Média NS 5700		1,45a	2,53a	3,15a	4,70a	8,39a	10,27a	10,27a
NS 6010	271111	1,27	2,10	3,10	3,23	9,00	9,67	9,67
NS 6010	303111	1,17	1,93	3,30	3,30	7,83	11,00	11,00
NS 6010	312889	1,60	2,70	2,93	3,67	8,33	11,33	11,33
NS 6010	331556	1,27	2,27	3,27	3,60	8,00	11,00	11,00
NS 6010	343556	0,73	2,50	3,30	3,30	7,00	11,67	11,67
Média NS 6010		1,21a	2,30b	3,18a	3,42b	8,03a	10,93a	10,93a

*Cultivares com médias gerais da variável não seguidas de mesma letra na coluna diferem entre si pelo teste de Scott-Knott, a 5% de probabilidade. **Fonte:** Elaborado pelo autor (2022).
Cultivars with overall means of the variable not followed by the same letter in the column differed from each other by the Scott-Knott test, at 5% probability.* ***Source:* *Prepared by the author (2022).*

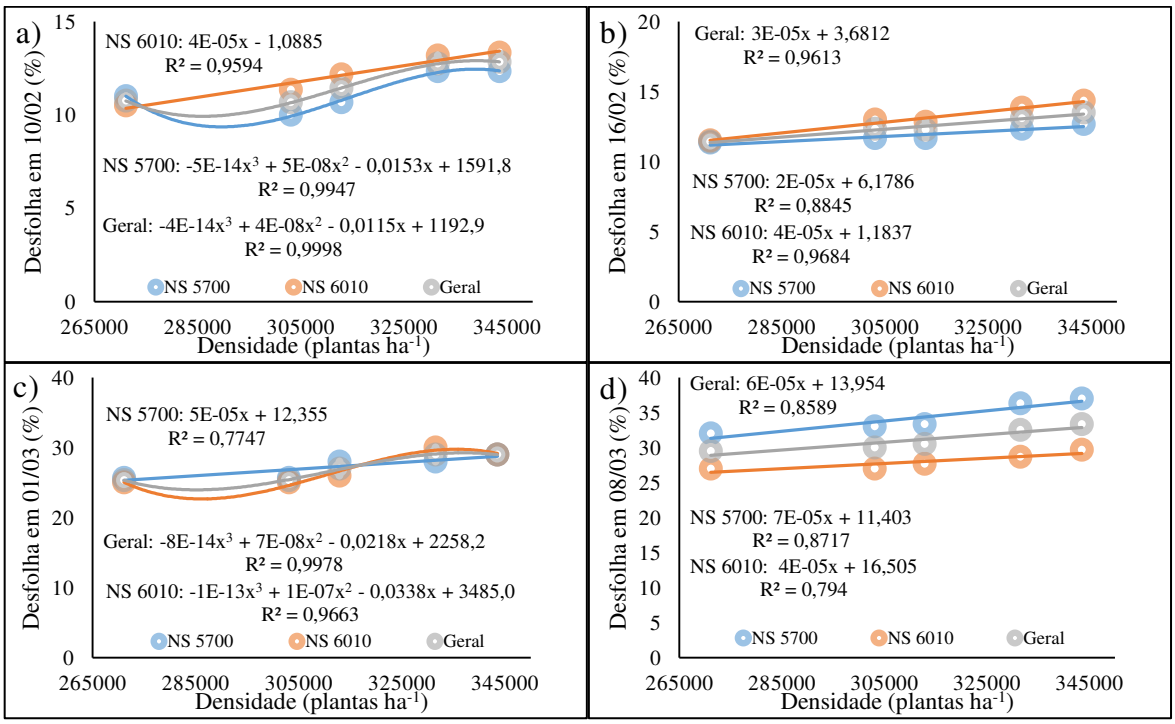
Em relação à desfolha, nas duas primeiras avaliações (27/01 e 03/02) foi verificado apenas efeito significativo de cultivar (Tabela 1), sendo o maior valor

Esta obra está licenciada com uma Licença Creative Commons Atribuição-NãoComercial-CompartilhaIgual 3.0 Brasil.

observado na cultivar NS 6010 IPRO, a qual também apresentou maiores desfolhas nas duas avaliações subsequentes (10/02 e 16/02) (Tabela 2). Na avaliação do dia 10/02 também foi verificado efeito da densidade e da interação, em que o aumento da densidade contribuiu para o aumento da desfolha (Figura 2a). Na avaliação do dia 16/02, o aumento da densidade populacional também resultou em maior desfolha (Figura 2b).

Em 24/02 não foi verificado efeito de nenhuma fonte de variação, porém em 01/03 foi verificado efeito de bloco e da densidade, com aumento de desfolha conforme o aumento da densidade (Figura 2c). Na avaliação do dia 08/03 foi constatado efeito de densidade, ocorrendo aumento da desfolha com o aumento populacional (Figura 2d) e de cultivar, já no dia 15/03 houve apenas efeito de cultivar, sendo que nas duas avaliações, os maiores valores de desfolha foram verificados na cultivar NS 5700 IPRO.

Figura 2. Efeito de cultivares e densidades de soja sobre percentual de desfolha nas avaliações realizadas em: a) 10/02/2020; b) 16/02/2020; c) 01/03/2020; d) 08/03/2020.
Figure 2. *Effect of soybean cultivars and densities on percentage defoliation in evaluations performed on: a) 10/02/2020; b) 16/02/2020; c) 01/03/2020; d) 08/03/2020.*



Fonte: Elaborada pelo autor (2022).

A quantificação da desfolha pode ser utilizada como indicador na estimativa de danos para avaliar tratamentos em ensaios de controle de doenças de soja, bem como, para a avaliação do nível de resistência de cultivares à diversas doenças foliares, principalmente, a ferrugem asiática (Hirano *et al.*, 2010). Nesse sentido, a maior desfolha da cultivar NS 6010 IPRO verificada nas avaliações de 27/01, 03/02, 10/02 e 16/02 pode ser atribuída à maior severidade de DFCs observada na cultivar durante este período, principalmente em densidade populacional elevada, onde o microclima do interior do dossel das plantas normalmente apresenta umidade relativa elevada, bem como, menor incidência de luz entre as plantas, favorecendo o desenvolvimento de doenças fúngicas.

Já a desfolha acelerada verificada durante as avaliações dos dias 08/03 e 15/03 é atribuída ao final do ciclo reprodutivo das cultivares, onde, comumente, tem-se acelerada desfolha após o estádio R7 (início da desfolha na maturação fisiológica).

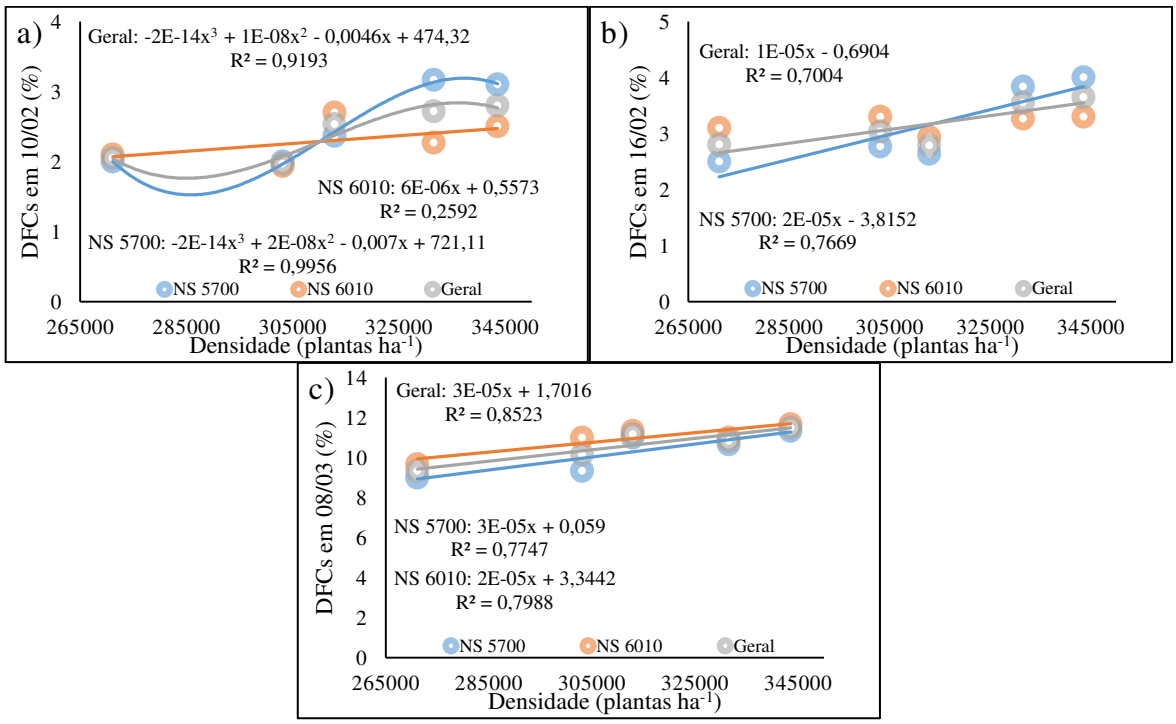
Em relação às doenças de final de ciclo, na primeira avaliação em que houve ocorrência destas (03/02), não foi constatado efeito significativo de nenhuma fonte de variação, exceto de blocos (Tabela 1). Já na segunda avaliação, todas as fontes de

Esta obra está licenciada com uma Licença Creative Commons Atribuição-NãoComercial-CompartilhaIgual 3.0 Brasil.

variação foram significativas, sendo que a cultivar NS 5700 IPRO apresentou maior percentual, onde o aumento da densidade proporcionou aumento na intensidade das doenças de final de ciclo (Figura 3a).

No dia 16/02 apenas a densidade teve efeito significativo sobre as DFCs, sendo esse comportamento linear crescente para a cultivar NS 5700 IPRO e no geral (Figura 3b), não sendo possível, contudo, ajustar modelo para a cultivar NS 6010 IPRO. Na avaliação do dia 01/03 não foi constatada diferença entre cultivares nem ajustes de modelos em decorrência das densidades. Nos dias 08/03 e 15/03 as avaliações estabilizaram, sendo que não houve diferença entre cultivares, porém entre densidades, em que o aumento da densidade populacional acarretou no aumento das DFCs (Figura 3c).

Figura 3. Efeito de cultivares e densidades de soja sobre doenças de final de ciclo nas avaliações realizadas nos dias: a) 10/02/2020; b) 16/02/2020; c) 08/03/2020.
Figure 3. *Effect of soybean cultivars and densities on end-of-cycle diseases in evaluations performed on: a) 10/02/2020; b) 16/02/2020; c) 08/03/2020.*



Fonte: Elaborada pelos autores (2022).

Em geral, houve aumento na severidade de DFCs em função de incrementos na densidade de plantas. Fato atribuído à formação de microclima favorável ao desenvolvimento de doenças, visto que, sob elevadas densidades de plantas, tem-se redução na incidência de luminosidade e aumentos de temperatura e umidade do ar no interior do dossel (Roese, Melo, Goulart, 2012).

Conjuntamente as avaliações da severidade das doenças supracitadas, também houve o monitoramento de ferrugem asiática, porém, não foi observada a sua ocorrência.

4 Conclusão

De modo geral, o aumento da densidade de plantas proporcionou maior severidade de doenças de final de ciclo, intensificando a desfolha de plantas em ambas as cultivares de soja.

Esta obra está licenciada com uma Licença Creative Commons Atribuição-NãoComercial-CompartilhaIgual 3.0 Brasil.

5 Referências

Alves, J. S., Espíndola, S. M. C. G., Lucas, F. T., Teixeira, G. A. C.; Santi, G. R., Faria, L. P. M., & Silva, G. A. (2013). Severidade de doenças fúngicas em genótipos de soja semeados em Uberaba, MG. *Revista Agrarian*, 6(21), 236-244. https://ojs.ufgd.edu.br/index.php/agrarian/article/view/1909

Balbinot Junior, A. A., Procópio, S. O., Debiasi, H., Franchini J. C., & Panison, F. (2015). Semeadura cruzada em cultivares de soja com tipo de crescimento determinado. *Semina: Ciências Agrárias*, 36(3), 1215-1226. https://doi.org/10.5433/1679-0359.2015v36n3p1215

Bellé, R. B., & Fontana, D. C. (2018). Patógenos de solo: Principais doenças vasculares e radiculares e formas de controle. *Enciclopédia Biosfera*, 15(28), 779-803. https://doi.org/10.18677/EnciBio_2018B65

Companhia Nacional De Abastecimento. (2020). *Acompanhamento da Safra Brasileira de grãos – Safra 2019/20*, Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, Brasília, v. 7, n. 7, 2020. 31 p.

Ferreira Júnior, J. A., Espindola, S. M. C. G., Gonçalves, D. A. R., & Lopes, E. W. (2010). Avaliação de genótipos de soja em diferentes épocas de plantio e densidade de semeadura no Município de Uberaba – MG. *FAZU em Revista*, 7, 13-21.

Ferreira, D. F. (2011). Sisvar: a computer statistical analysis system. *Ciência e Agrotecnologia*, 35(6), 1039-1042. https://doi.org/10.1590/S1413-70542011000600001

Godoy, C. V., Koga, L. J., & Canteri, M. G. (2006). Diagrammatic scale for assessment of soybean rust severity. *Fitopatologia Brasileira*, 31(1), 63-68. https://doi.org/10.1590/S0100-41582006000100011

Godoy, C. V., Utiamada, C. M., Meyer, M. C., Campos, H. D., LOPES, I., Dias, A. R., ... & CARLIN, V. (2020). Eficiência de fungicidas para o controle da mancha-alvo, *Corynespora cassiicola*, na cultura da soja, na safra 2019/2020: resultados sumarizados dos ensaios cooperativos. *Embrapa Soja-Circular Técnica (INFOTECA-E)*.

Hirano, M., Hikishima, M., Silva, A. J., Xavier, S. A., & Canteri, M. G. (2010). Validação de escala diagramática para estimativa de desfolha provocada pela ferrugem asiática em soja. *Summa Phytopathologica*, 36(3), 248-250. https://doi.org/10.1590/S0100-54052010000300012

Kavalco, S. A. F., Souza, V. Q., Follmann, F. N., Carvalho, I. R., Nardino, M., & Demari, G. (2014). Desenvolvimento da soja com aplicações de hormônios em diferentes densidades de cultivo. *Revista Brasileira de Agropecuária Sustentável (RBAS)*, 4(2), 112-120. https://periodicos.ufv.br/rbas/article/view/2853/1336

Lebreton, A., Labbe, C., Ronne, M., Xue, A. G., Marchand, G., & Belanger, R. R. (2018). Development of a simle hydroponic assay to study vertical and horizontal resistance of soybean and pathotypes of Phytophthora sojae. *Plant Disease*, 102(1), 114-123. https://doi.org/10.1094/PDIS-04-17-0586-RE

Martins, M. C., Guerzoni, R. A., Câmara, G. M. S., Mattiazzi, P., Lourenço, S. A., & Amorim, L. (2004). Escala diagramática para a quantificação do complexo de doenças foliares de final de ciclo em soja. *Fitopatologia Brasileira*, 29(2), 179-184. https://doi.org/10.1590/S0100-41582004000200009

Esta obra está licenciada com uma Licença Creative Commons Atribuição-NãoComercial-CompartilhaIgual 3.0 Brasil.

Melo, C. L. P., Roese, A. D., & Goulart, A. C. P. (2015). Tolerância de genótipos de soja à ferrugem-asiática. *Ciência Rural*, 45(8), 1353-1360. https://doi.org/10.1590/0103-8478cr20141309

Ribeiro, F. C., Erasmo, E. A. L., Rocha, F. S., Moraes, E. B., & Matos, E. P. (2016). Associação de fungicida protetor com fungicidas sistêmicos no controle de mancha-alvo na cultura da soja. *Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável*, 11(5), 51-56. https://doi.org/10.18378/rvads.v11i5.4273

Rocha, B. G. R., Amaro, H. T. R., Porto, E. M. V., Gonçalves, C. C., David, A. M. S. S., & Lopes, E. B. (2018). Sistemas de semeadura cruzada na cultura da soja: avanços e perspectivas. *Revista de Ciências Agrárias*, 41(2), 376-384. https://doi.org/10.19084/RCA17260

Roese, A. D., Melo, C. L. P., & Goulart, A. C. P. (2012). Espaçamento entre linhas e severidade da ferrugem-asiática da soja. *Summa Phytopathologica*, 38(4), 300-305. https://doi.org/10.1590/S0100-54052012000400005

Soares, R. M., Godoy, C. V., & Oliveira, M. C. N. (2009). Escala diagramática para avaliação da severidade da mancha alvo da soja. *Tropical Plant Pathology*, 34(5), 333-338. https://doi.org/10.1590/S1982-56762009000500007

Storck, L., Garcia, D. C., Lopes, S. J., & Estefanel, V. (2016). *Experimentação vegetal.* Santa Maria: UFSM.

Tormen, N. R., Lenz, G., Minuzzi, S. G., Uebel, J. D., Cezar, H. S., & Balardin, R. S. (2013). Reação de cultivares de trigo à ferrugem da folha e mancha amarela e responsividade a fungicidas. *Ciência Rural*, 43(2), 239-246. https://doi.org/10.1590/S0103-84782013000200008

Esta obra está licenciada com uma Licença Creative Commons Atribuição-NãoComercial-CompartilhaIgual 3.0 Brasil.