

REPOSTAS DE CULTIVARES DE SOJA DE HÁBITO DETERMINADO E INDETERMINADO À INJÚRIAS NA FASE INICIAL DO DESENVOLVIMENTO DAS PLANTAS

RESPONSE OF SOYBEAN CULTIVAR OF DETERMINATED AND INDETERMINATE GROWTH HABIT TO DIFFERENT INJURY LEVELS AT EARLY STAGES

Bueno, A.F.¹; Leite, N.²; França, L.F.T.²; Mantovani, M.A.M.²; Almeida, N.C.S.³; Silva, G.V.⁴; Frugeri, A.P.³; Silva, D.M.⁵; Bortolotto, O.C.⁴

¹Embrapa Soja, Londrina, PR; e-mail: adeney@cnpso.embrapa.br; ²Centro Universitário Filadélfia, Londrina, PR; ³Universidade Estadual do Norte do Paraná; ⁴Universidade Federal do Paraná, Curitiba, PR; ⁵Universidade Estadual de Londrina, PR.

Resumo

O nível de infestação de pragas, conhecido como nível de ação (NA), representa o momento economicamente correto para que uma medida de controle seja iniciada. Entretanto, os produtores acreditam que a soja de hábito de crescimento indeterminado, especialmente quando a lavoura está na fase inicial do desenvolvimento, seja mais sensível ao desfolhamento. Sendo assim, foi realizado este experimento em delineamento em blocos ao acaso, em arranjo fatorial 2 (hábito de crescimento) x 9 (injúria) com cinco repetições. Os resultados obtidos comprovam que o NA, de 30% de desfolha no período vegetativo, continua seguro e pode ser adotado no Manejo Integrado de Pragas da Soja (MIP-Soja). Ao contrário da crença de muitos produtores, a soja de hábito de crescimento indeterminado se mostrou mais tolerante à injúria inicial como observado nos parâmetros de índice de vegetação por diferença normalizada (NDVI), estande e altura de plantas na colheita apesar de não haver diferença significativa entre os hábitos de crescimento com relação à produtividade. Apenas as injúrias mais drásticas de 100% de desfolha, como realizado nos tratamentos (4) remoção de dois cotilédones e duas folhas unifolioladas e (7) corte da planta abaixo das folhas unifolioladas, foram capazes de reduzir significativamente a produtividade e precisam ser evitados através do controle de insetos.

Introdução

O MIP-Soja baseia-se na premissa de que alguns níveis de infestação são toleráveis sem redução econômica da produção. Nesse contexto, STERN et al. (1959) definiram a menor população de pragas que causaria dano como Nível de Dano Econômico (NDE). Entretanto, para evitar que esse NDE seja atingido, a decisão de controlar ou não a população de pragas deve ser realizada, na prática, sempre com uma margem de segurança em relação ao NDE. Esse nível de segurança, geralmente ligeiramente mais baixo que o NDE, é conhecido como Nível de Ação (NA) e representa o momento economicamente correto para que uma medida de controle seja iniciada, evitando que densidade populacional cresça e ultrapasse o NDE (PEDIGO et al., 1986).

Para a cultura da soja, o NA recomendado para iniciar o controle dos desfolhadores no período vegetativo é de 30% de desfolha (TECNOLOGIAS..., 2010). Entretanto, nos últimos anos, tem havido um receio dos sojicultores em esperar por esse NA para iniciar o controle resultando em aumento do uso de inseticidas, muitas vezes de forma abusiva e errônea. Essa desconfiança dos produtores de soja é ainda maior no início do período vegetativo, quando as plantas estão ainda bem novas com apenas as folhas cotiledonares ou as primeiras folhas definitivas, que segundo a percepção dos agricultores, significaria que a cultura está em seu momento mais sensível e que os NAs recomendados para desfolha não poderiam ser tolerados. Outro argumento utilizado pelos produtores para não observar esse NA é que, as novas cultivares de soja, de crescimento indeterminado, seriam mais sensíveis à desfolha em relação às cultivares mais antigas, de crescimento determinado. Entretanto, não há comprovação científica dessa hipótese. Portanto, este trabalho foi conduzido com o objetivo de avaliar os efeitos da injúria causada nos primeiros estádios de desenvolvimento da planta e a produtividade de soja com hábitos de crescimento determinado e indeterminado e, assim, avaliar a confiabilidade dos níveis de ação recomendados para a cultura da soja nesse período.

Material e Métodos

O experimento foi conduzido, em condições de campo, na safra 2011/2012 na estação da Embrapa Soja, Londrina, PR. O delineamento experimental utilizado foi em blocos ao acaso, em arranjo fatorial 2 (hábito de crescimento) x 9 (injúria) com cinco repetições. Cada repetição foi constituída por quatro linhas de soja de três metros de comprimento. As injúrias avaliadas foram: 1) remoção de um cotilédone aos 14 dias após a semeadura (DAS); 2) remoção de dois cotilédones (14 DAS); 3) remoção de dois cotilédones e uma folha unifoliolada (16 DAS); 4) remoção de dois cotilédones e duas folhas unifolioladas (16 DAS); 5) remoção de uma folha unifoliolada (16 DAS); 6) remoção de duas folhas unifolioladas (16 DAS); 7) Corte abaixo das folhas unifolioladas (22 DAS); 8) Corte do broto das folhas trifolioladas (22 DAS); 9) Testemunha (sem desfolha). As cultivares plantadas foram: 1) BRS 294 RR (hábito determinado); 2) BMX Turbo RR (hábito indeterminado), no espaçamento de 45 cm entre linhas e 22 sementes por

metro. As injúrias nas plantas foram realizadas manualmente em cada parcela e, para garantir a manutenção da desfolha homogênea de cada tratamento, foram realizadas aplicações semanais de inseticidas sempre que necessário para impedir qualquer influência externa de pragas. Os herbicidas e fungicidas também foram utilizados igualmente em todos os tratamentos.

Trinta e um e sessenta e dois dias após a semeadura foi realizada a leitura da reflectância do dossel das plantas com o sensor GreenSeeker. O aparelho foi posicionado entre 0,8 a 1,0 m acima e paralelamente à superfície do dossel da planta, e a leitura realizada em 1,8 m² (3 m de deslocamento linear sobre a unidade experimental multiplicada pela largura útil de 0,6 m captada pelo sensor) (GROHS et al., 2009). Após o acionamento do sensor, ocorreu a leitura de um ponto a cada 0,1 segundo, sendo geradas, nessa área, entre 26 a 36 medições do índice de vegetação por diferença normalizada (NDVI). O NDVI foi proposto por ROUSE et al. (1973) para quantificação do crescimento da vegetação. Esse índice é dado por: $NDVI = (\rho_{nir} - \rho_r) / (\rho_{nir} + \rho_r)$ em que, ρ_{nir} = reflectância do infravermelho próximo (770 nm), e ρ_r = reflectância do vermelho (650 nm). O NDVI pode variar de -1 a +1. Os valores negativos representam as nuvens, ao redor de zero representam solo nu ou sem vegetação, e valores maiores que zero representam a vegetação. Quanto maior o valor do NDVI, maior o vigor de crescimento da cultura (LIU, 2006). No final do ciclo da cultura foi avaliada a produtividade de cada parcela (corrigindo-se a umidade dos grãos para 13%), o estande e a altura final das plantas no momento da colheita. Os resultados obtidos foram submetidos às análises exploratórias para avaliar as pressuposições de normalidade e independência dos resíduos, a homogeneidade de variância dos tratamentos e a aditividade do modelo para permitir o uso da ANOVA. As médias foram comparadas por Tukey ($p \leq 0,05$) (SAS INSTITUTE, 2001).

Resultados e Discussão

O NDVI de todas as intensidades de injúria foram diferentes da testemunha aos 31 DAS com exceção da injúria 1) (remoção de um cotilédone) para a cultivar de soja de hábito de crescimento determinado e das injúrias 1) (remoção de um cotilédone), 5) (remoção de uma folha unifoliolada) e 8) (corte do broto trifoliolado) para a cultivar de soja de hábito de crescimento indeterminado. Aos 62 DAS, os resultados do NDVI mostram que quase a totalidade das plantas se recuperou da maioria das injúrias sofridas, visto que, os valores do NDVI, em geral, não diferiram da testemunha, à exceção da injúria 7) (corte da planta abaixo das folhas unifolioladas) para a cultivar de soja de hábito de crescimento determinado e das injúrias 4) (remoção de dois cotilédones e duas folhas unifolioladas) e 7) (corte da planta abaixo das folhas unifolioladas) para a cultivar de soja de hábito de crescimento indeterminado. Esses resultados comprovam que apesar da soja de hábito de crescimento determinado ser mais sensível às injúrias iniciais, quando a avaliação foi realizada próximo ao dia da injúria, todas as cultivares, independentemente do hábito de crescimento, tiveram boa recuperação de todas as injúrias sofridas, exceto para a injúria mais drástica (7 - corte da planta abaixo das folhas unifolioladas), que reduziu o valor de NDVI em mais de 10% (Tabela 1).

O número de plantas/metro na colheita comprova que não houve diferença entre as injúrias estudadas em relação à testemunha (sem injúria), com exceção da injúria (7) corte da planta abaixo das folhas unifolioladas para a cultivar de soja de hábito de crescimento determinado, que causou a redução significativa do estande. Observou-se um estande significativamente maior na cultivar de soja de hábito de crescimento indeterminado, o que pode estar relacionado, entre as diferentes possíveis causas, ao maior poder germinativo da semente dessa cultivar ou devido seu maior tamanho que pode ter conferido uma maior tolerância dessa semente ao estresse hídrico que ocorreu no período da semeadura (Tabela 2). Isso, entretanto, não interferiu na conclusão desse trabalho, pois não houve interação significativa entre cultivar e injúria com relação à produtividade (Tabela 3). Com relação à altura das plantas na colheita, a cultivar de soja de hábito de crescimento determinado teve um porte maior do que a cultivar de soja de crescimento indeterminado apesar do crescimento continuado dessa última. As injúrias (4) remoção de dois cotilédones e duas folhas unifolioladas, (6) remoção de duas folhas unifolioladas, (7) corte da planta abaixo das folhas unifolioladas e (8) Corte do broto trifoliolado reduziram significativamente o porte das plantas da cultivar de crescimento determinado enquanto a cultivar de crescimento indeterminado não mostrou nenhuma redução de porte de plantas em nenhuma das injúrias avaliadas (Tabela 2).

Com relação à produtividade, não houve diferença significativa entre as cultivares de crescimento determinado e indeterminado. Apenas as injúrias mais drásticas como a (4) remoção de dois cotilédones e duas folhas unifolioladas e (7) corte da planta abaixo das folhas unifolioladas são capazes de reduzir significativamente a produtividade (Tabela 3). Entretanto é importante salientar que essas injúrias representam 100% de desfolha. Além disso, a injúria (7) corte da planta abaixo das folhas unifolioladas também foi capaz de reduzir significativamente o estande na cultivar de hábito de crescimento determinado.

Portanto, concluímos que o nível de ação (NA), de 30% de desfolha no período vegetativo, continua seguro e pode ser adotado no MIP-Soja, mesmo para soja de crescimento indeterminado. Ao contrário da crença de muitos produtores, a soja com esse hábito de crescimento se mostrou mais tolerante à injúria inicial como observado nos parâmetros de NDVI, estande e altura de plantas na colheita embora isso não tenha refletido em maior produtividade. Apenas as injúrias mais drásticas de 100% de desfolha, como realizado nos tratamentos (4) remoção de dois

cotilédones e duas folhas unifolioladas e (7) corte da planta abaixo das folhas unifolioladas, foram capazes de reduzir significativamente a produtividade e precisam ser evitados através do controle de insetos.

Agradecimentos

Aos funcionários da Embrapa Soja, Antônio L. Pavão, Nivaldo Euclides, Elias Custódio, Adair V. Carneiro, Adriano S. Dalbem e Wilson Pozenato, pela imensa colaboração e dedicação na condução desse ensaio. A pesquisadora Cláudia Godoy pelo empréstimo e auxílio no uso do GreenSeeker. A Embrapa Soja (Projeto 02.10.06.010.00.00) pelo apoio financeiro concedido.

Referências

GROHS, D. S.; BREDEMEIER, C.; MUNDSTOCK, C. M.; POLETTI, N. Modelo para estimativa do potencial produtivo em trigo e cevada por meio do sensor GreenSeeker. *Eng. Agric.*, v. 29, n.1, p. 101-112, 2009.

LIU, W.T.H. Aplicações de sensoriamento reomto. Campo Grande: UNIDERP, 2006. 908 P.

PEDIGO, L.P.; HUTCHINS S.H.; HIGLEY, L.G. Economic Injury Levels in Theory and Practice. **Annual Review Entomology**. v. 31, p.341-68. 1986.

ROUSE, J. W.; HAAS, R. H.; SCHELL, J. A.; DEERING, D. W. Monitoring vegetation systems in the great plains with erts. In: EARTH RESOURCES TECHNOLOGY SATELLITE-1 SYMPOSIUM, 3, 1973, Washington, D. C. **Proceedings...** Washington, D. C.: NASA. Goddard Space Flight Center, 1973, v. 1, p. 309-317. (NASA SP-351).

SAS INSTITUTE. **Sas user's guide: statistics, version 8e**. Cary, NC: SAS Institute. 2001.

STERN, V.M.; SMITH, R.F.; VAN DEN BOSCH, R.; HAGEN, K.S. The integrated control concept. **Hilgardia**, v.29, p.81-101. 1959.

TECNOLOGIAS de produção de soja - da região central do BRASIL 2011. Londrina: Embrapa Soja: Embrapa Cerrados; Embrapa Agropecuária Oeste, 2010. 255p. (Embrapa Soja. Sistemas de Produção, 14).

Tabela 1. Índice de vegetação por diferença normalizada (NDVI) médio (\pm EP) das plantas de soja de hábito de crescimento determinado e indeterminado após diferentes intensidades de injúria.

Intensidade de Injúria	31 Dias após a semeadura (DAS) ^{1,2}		62 Dias após o plantio (DAS) ^{1,2}	
	Hábito de crescimento		Hábito de crescimento	
	1) Determinado	1) Indeterminado	2) Determinado	2) Indeterminado
1) Remoção de 1 cotilédone	0,0744 \pm 0,0087 abA	0,0758 \pm 0,0128 abA	0,7447 \pm 0,0087 aA	0,7292 \pm 0,0060 abA
2) Remoção de 2 cotilédones	0,0385 \pm 0,0100 cdeA	0,0490 \pm 0,0074 bcA	0,7472 \pm 0,0092 aA	0,7408 \pm 0,0052 abA
3) Remoção de 2 cotilédones e 1 folha unifoliolada	0,0493 \pm 0,0073 bcdA	0,0320 \pm 0,0142 cdA	0,7494 \pm 0,0076 aA	0,7483 \pm 0,0053 aA
4) Remoção de 2 cotilédones e 2 folhas unifolioladas	0,0048 \pm 0,0044 efA	0,0000 \pm 0,0000 dA	0,7318 \pm 0,0101 aA	0,7094 \pm 0,0124 bA
5) Remoção de 1 folha unifoliolada	0,0668 \pm 0,0087 bcA	0,0908 \pm 0,0139 aA	0,7490 \pm 0,0057 aA	0,7537 \pm 0,0052 aA
6) Remoção de 2 folhas unifolioladas	0,0326 \pm 0,0081 cdefA	0,0335 \pm 0,0076 cdA	0,7466 \pm 0,0134 aA	0,7433 \pm 0,0041 abA
7) Corte da planta abaixo das folhas unifolioladas	0,0000 \pm 0,0000 fA	0,0000 \pm 0,0000 dA	0,5463 \pm 0,0067 bB	0,6647 \pm 0,0106 cA
8) Corte do broto trifoliolado	0,0191 \pm 0,0025 defB	0,0728 \pm 0,0106 abA	0,7619 \pm 0,0070 aA	0,7566 \pm 0,0112 aA
9) Testemunha (sem desfolha)	0,1074 \pm 0,0147 aA	0,0979 \pm 0,0157 aA	0,7558 \pm 0,0035 aA	0,7476 \pm 0,0088 aA
CV (%)	1,72		1,27	
Grau de liberdade _{desfolha}	8		8	
Grau de liberdade _{hábito crescimento}	1		1	
Grau de liberdade _{desfolha*hábito crescimento}	8		8	
F _{desfolha}	32,77		73,28	
F _{hábito crescimento}	2,62		4,33	
F _{desfolha*hábito crescimento}	3,16		15,76	
p _{desfolha}	<0,0001		<0,0001	
p _{hábito crescimento}	0,1102		0,0412	
p _{desfolha*hábito crescimento}	0,0042		<0,0001	

¹Médias \pm Erro Padrão da média seguidas pela mesma letra minúscula na coluna e maiúscula na linha, dentro de cada dia de avaliação, não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey a ($p \leq 0,05$). ²Médias originais com dados transformados em $\sqrt{X + 0,5}$.

Tabela 2. Número de plantas/metro e altura de plantas (cm) médios (\pm EP) das plantas de soja de hábito de crescimento determinado e indeterminado após diferentes intensidades de injúria.

Intensidade de Injúria	Número de plantas/metro na colheita		Altura das plantas (cm) na colheita	
	Hábito de crescimento		Hábito de crescimento	
	1) Determinado	2) Indeterminado	1) Determinado	2) Indeterminado
1) Remoção de um cotilédone	17,35 \pm 0,38 aB	19,50 \pm 0,50 aA	79,00 \pm 1,67 abA	65,20 \pm 3,20 aB
2) Remoção de dois cotilédones	15,75 \pm 0,43 aA	16,55 \pm 0,48 aA	78,40 \pm 3,14 abA	66,20 \pm 1,20 aB
3) Remoção de dois cotilédones e uma folha unifoliolada	16,90 \pm 0,75 aA	18,60 \pm 0,80 aA	79,20 \pm 1,01 abA	63,20 \pm 3,02 aB
4) Remoção de dois cotilédones e duas folhas unifolioladas	15,10 \pm 0,63 aB	18,65 \pm 0,28 aA	65,40 \pm 2,71 cA	59,40 \pm 1,69 aA
5) Remoção de uma folha unifoliolada	16,80 \pm 0,54 aB	19,00 \pm 0,52 aA	77,40 \pm 3,70 abA	67,40 \pm 2,03 aB
6) Remoção de duas folhas unifolioladas	16,50 \pm 0,57 aB	19,10 \pm 0,63 aA	71,60 \pm 2,14 bcA	63,00 \pm 2,55 aB
7) Corte da planta abaixo das folhas unifolioladas	10,30 \pm 1,49 bB	17,40 \pm 0,54 aA	46,80 \pm 1,85 dB	67,60 \pm 1,29 aA
8) Corte do broto trifoliolado	16,45 \pm 0,56 aA	17,20 \pm 0,38 aA	69,00 \pm 2,10 bcA	65,20 \pm 3,38 aA
9) Testemunha (sem desfolha)	16,60 \pm 0,57 aB	18,95 \pm 0,83 aA	85,40 \pm 1,74 aA	69,40 \pm 3,05 aB
CV (%)		8,63		8,01
Grau de liberdade _{desfolha}		8		8
Grau de liberdade _{hábito crescimento}		1		1
Grau de liberdade _{desfolha*hábito crescimento}		8		8
F _{desfolha}		8,85		12,18
F _{hábito crescimento}		69,10		39,29
F _{desfolha*hábito crescimento}		4,20		10,58
p _{desfolha}		<0,0001		<0,0001
p _{hábito crescimento}		<0,0001		<0,0001
p _{desfolha*hábito crescimento}		0,0004		<0,0001

¹Médias \pm Erro Padrão da média seguidas pela mesma letra minúscula na coluna e maiúscula na linha, dentro de cada dia de avaliação, não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Tabela 3. Produtividade média (\pm EP) das plantas de soja (corrigida a 13% de umidade) de hábito de crescimento determinado e indeterminado após diferentes intensidades de injúria.

Intensidade de Injúria	Produtividade (kg/ha) ^{1,2}
1) Remoção de um cotilédone	3540,04 \pm 110,99 abc
2) Remoção de dois cotilédones	3581,11 \pm 98,46 ab
3) Remoção de dois cotilédones e uma folha unifoliolada	3595,03 \pm 128,70 ab
4) Remoção de dois cotilédones e duas folhas unifolioladas	3272,60 \pm 122,37 bc
5) Remoção de uma folha unifoliolada	3784,70 \pm 131,17 ab
6) Remoção de duas folhas unifolioladas	3474,54 \pm 148,19 abc
7) Corte da planta abaixo das folhas unifolioladas	2940,73 \pm 169,42 c
8) Corte do broto trifoliolado	3762,91 \pm 156,22 ab
9) Testemunha (sem desfolha)	3941,26 \pm 140,44 a
Hábito de Crescimento	Produtividade (kg/ha) ²
1) Determinado	3483,86 \pm 71,66 ^{ns}
2) Indeterminado	3603,46 \pm 76,24
CV (%)	11,85
Grau de liberdade _{desfolha}	8
Grau de liberdade _{hábito crescimento}	1
Grau de liberdade _{desfolha*hábito crescimento}	8
F _{desfolha}	5,03
F _{hábito crescimento}	1,82
F _{desfolha*hábito crescimento}	1,22
p _{desfolha}	<0,0001
p _{hábito crescimento}	0,1812
p _{desfolha*hábito crescimento}	0,2996

¹Médias \pm Erro Padrão da média seguidas pela mesma letra, para cada variável, não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade; ²Médias originais com os dados transformados em \sqrt{X} . ^{ns} diferença não significativa.