

NODULAÇÃO EM GENÓTIPOS DE SOJA TOLERANTES AO ENCHARCAMENTO DO SOLO

Maria Laura Turino Mattos¹; Ana Claudia Barneche de Oliveira¹; Walkyria Bueno Scivittaro¹; Liane Aldrighi Galarz²; Edegar Thomas Maldaner³

Introdução

O cultivo de soja em agroecossistemas de terras baixas apresenta fatores limitantes ao estabelecimento e aumento de produtividade da cultura, se destacando a deficiência de drenagem natural do solo decorrente do relevo predominantemente plano, e a ocorrência de frequentes períodos de estiagem, provocando alternância entre excesso e déficit hídrico. Em vista disso, distintas respostas podem ser obtidas da interação genótipos de soja adaptados a esse ambiente e estirpes de rizóbios efetivas na fixação biológica de nitrogênio (FBN).

Quatro estirpes de *Bradyrhizobium* são recomendadas e registradas no Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA) para uso na cultura da soja: SEMIA 5019 e SEMIA 587 (*B. elkanii*), SEMIA 5079 (*B. japonicum*) e SEMIA 5080 (*B. diazoefficiens*). Tais estirpes, apesar de há vários anos serem utilizadas na composição de formulações comerciais de inoculantes, ainda pouco foram avaliadas quanto à efetividade em genótipos com respostas diferenciais ao encharcamento do solo em terras baixas. Recentemente, neste ambiente, foi verificado que as estirpes SEMIA 5080 e 5019 sobreviveram e nodularam efetivamente na cultivar de soja BRS 246 RR quando expostas às condições de saturação do solo e a estresses térmicos (MATTOS; OLIVEIRA, 2014). Também novas estirpes de rizóbios (22) foram obtidas de plantas de soja e de outras espécies leguminosas cultivadas sob encharcamento em terras baixas, estan-

¹ Eng. agrônoma, doutora, pesquisadora da Embrapa Clima Temperado. BR 392, Km 78, Caixa Postal 403, CEP 96010-971 Pelotas, RS. E-mail: maria.laura@embrapa.br

² Química, mestre, assistente técnica da Embrapa Clima Temperado.

³ Estagiário da Embrapa Clima Temperado.

do preservadas na Coleção de Microrganismos Multifuncionais de Clima Temperado (CMMCT) (MATTOS et al., 2015a).

Genótipos de soja têm sido avaliados quanto à tolerância ou sensibilidade ao encharcamento, destacando-se 'BRS 154', 'CD 213', 'BRS 211', 'Fundacep 56 RR' e 'BRS 255 RR' (que apresentaram a maior sensibilidade ao excesso de água), e as linhagens PELBR10-6063, PELBR10-6072 e PELBR10-6005, classificadas entre as mais produtivas para uso em rotação com o arroz irrigado em solos hidromórficos (VERNETTI et al., 2012; ROSA et al., 2013).

O presente trabalho objetivou conhecer a capacidade de nodulação de genótipos de soja tolerantes ao encharcamento do solo em resposta à inoculação com novas estirpes de rizóbios.

Metodologia

O experimento foi realizado na safra 2014/15, em casa de vegetação, na Embrapa Clima Temperado, em Pelotas, RS. Inocularam-se sementes de seis genótipos de soja tolerantes ao encharcamento [PELBR10-6072 (G1), PELBR10-6000 (G2), PELBR10-6016 (G3) e PELBR10-6050 (G4)] oriundas do programa de melhoramento genético da Embrapa. A avaliação da eficiência de estirpes foi realizada conforme a Instrução Normativa N° 13 de 03/2011 do MAPA. As unidades experimentais consistiram de caixas plásticas (capacidade de 12 dm³) preenchidas com uma mistura estéril de areia + vermiculita na proporção de 2:1 (v/v), sendo cultivadas duas plantas de soja/caixa. Os tratamentos, dispostos em delineamento inteiramente casualizado, com duas repetições, englobaram: (1) semeadura sem aplicação de fertilizante nitrogenado e inoculante (testemunha); (2) controle₁ com N-mineral (700 mg de N(NH₄NO₃) planta⁻¹) aplicado parceladamente aos 7, 14, 28 e 34 dias pós-emergência das plantas; (3) controle₂ com inoculante comercial contendo as estirpes SEMIA 5079 + SEMIA 5080; (4) Inoculação padrão das sementes (IPS) com CMM 373; (5) IPS com CMM 374; (6) IPS com CMM 375; (7) IPS com CMM 381; (8) IPS com CMM 382; (9) IPS com CMM 383; (10) IPS com CMM 384; (11) IPS com CMM 385; (12) IPS com CMM 386;

(13) IPS com CMM 387; (14) IPS com CMM 578; (15) IPS com CMM 580; (16) IPS com CMM 581. As estirpes CMM foram inoculadas em matriz turfosa na faixa de concentração 10^8 - 10^9 UFC mL⁻¹. Aos 37 dias após a emergência (estádio de desenvolvimento R3), se avaliou o número de nódulos planta⁻¹, sendo a massa nodular seca planta⁻¹ registrada obtida pós-secagem em estufa (60 °C), quando atingido o peso constante. Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância, sendo as médias comparadas pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

Resultados e Discussão

Detectaram-se diferenças significativas tanto entre as estirpes como entre os genótipos quanto ao número de nódulos por planta⁻¹ (NN). As estirpes CMM 386 e CMM 581 não estabeleceram relação simbiótica com o genótipo PELBR10- 6072 e as estirpes CMM 386 e CMM 578 com o PELBR10-6050. As plantas dos genótipos G1, G2, G3 e G4, apresentaram nodulação inferior a 30 nódulos planta⁻¹ com as estirpes CMM 374, CMM 578 e CMM 580 (G1), CMM386, CMM578, CMM 580 e CMM 581 (G2), SEMIA 5079 + SEMIA 5080, CMM 374, CMM 578, CMM 580 e CMM 581 (G3), CMM 385 e CMM 385 (G4), respectivamente (Tabela 1).

O maior NN decorreu da interação entre as estirpes CMM 383 (100,5) e CMM 387 (104,5) com o genótipo PELBR10-6000, resultando em valores de 196,7 e 207,9 mg de massa nodular seca planta⁻¹ (MNS). Apesar do menor NN desse genótipo no T3 em relação ao T9 e T13, os valores de MNS não variaram significativamente do T3 (Tabela 2).

No campo, uma planta de soja bem nodulada deve conter de 15 a 30 nódulos, ou 100 a 200 mg de nódulos secos/planta (HUNGRIA et al., 2007). Em terras baixas, plantas de soja cultivar NA 5909 RG contiveram de 15 - 24,5 nódulos \geq 2 mm e 110,9 - 204,2 mg de nódulos secos por planta (MATTOS et al., 2015b). Nessa faixa de MNS, em casa de vegetação, houve efetividade significativa das estirpes CMM 382, CMM 384, e CMM 385 com G1; SEMIA 7079 + SEMIA

5080, CMM 373, CMM374, CMM 381, CMM 382, CMM 383, CMM 384, CMM 385 e CMM 387 com G2; CMM 373 e CMM 375 com G3; CMM 383 e CMM 384 com G4. Dentre esse grupo de estirpes, isoladas de plantas de soja e de áreas encharcadas em terras baixas, há uma estirpe de *Rhizobium* (CMM 374), sendo as demais estirpes de *Bradhyrhizobium* que apresentam desempenho diferenciado quanto à FBN. Prospecta-se que as estirpes que interagiram significativamente com os genótipos de soja sejam avaliadas quanto à filogenia e eficiência agronômica, no campo.

Conclusões

As estirpes CMM 382, CMM 384 e CMM 385; CMM 373 e 375; CMM 383 e CMM 384 interagem simbioticamente com os genótipos de soja PELBR10-6072, PELBR10-6016 e PELBR10-6050 tolerantes ao encharcamento do solo, respectivamente.

O genótipo de soja PELBR10-6000 destaca-se quanto ao aumento da massa nodular ao interagir com as estirpes CMM 383, CMM 387, SEMIA 5079 + SEMIA 5080.

Referências Bibliográficas

HUNGRIA, M.; CAMPO, R. J.; MENDES, I. C. **A importância do processo de fixação biológica de nitrogênio para a cultura da soja:** componente essencial para a competitividade do produto brasileiro. / Mariangela Hungria, Rubens José Campo, Iêda Carvalho Mendes. – Londrina: Embrapa Soja: Embrapa Cerrados, 2007. 80p. – (Documentos/Embrapa Soja, ISSN 1516-781X; n.283).

MATTOS, M. L. T.; OLIVEIRA, A. C. B. de Efetividade de Estirpes de *Bradyrhizobium* na Nodulação da Soja Cultivada em Terras Baixas. In: REUNIÃO DE PESQUISA DA SOJA DA REGIÃO SUL, 40., Pelotas, 2014. **Atas e Resumos**. Pelotas: Embrapa Clima Temperado, 2014. 473 p.

MATTOS, M. L. T.; CROCHEMORE, A. G.; GALARZ, L. A. Prospecting of rhizobium for soy cultivation in soils with deficient natural drainage in the Pampa Biome. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE MICROBIOLOGIA, 28., 2015, Florianópolis. **Resumos**. Florianópolis: Sociedade Brasileira de Microbiologia, 2015a. 1 CD-ROM.

MATTOS, M. L. T.; OLIVEIRA, A. C. B. de; SCIVITTARO, W. B.; GALARZ, L. A.; MALDANER, E. T. Nodulação e rendimento de soja sob estresse hídrico no agroecossistema Terras Baixas. CONGRESSO BRASILEIRO DE ARROZ IRRIGADO, 9., 2015, Pelotas. Ciência e tecnologia para otimização da orizicultura: **Anais**. Brasília, DF: Embrapa; Pelotas: Sociedade Sul Brasileira de Arroz Irrigado, 2015b. 1 CD-ROM.

ROSA, F. K. da.; CARLI, R. de.; HAMMES, J.; OLIVEIRA, A. C. B. de; ROSA, A. P. S. A. da.; EMYGDIO, B. M. Avaliação de linhagens de soja em área de rotação com a cultura do arroz irrigado- Capão do Leão/RS. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE MELHORAMENTO DE PLANTAS, 7., 2013, Uberlândia. Variedade melhorada: a força da nossa agricultura: **Anais**. Viçosa: Sociedade Brasileira de Melhoramento de Plantas, 2013. p. 845-847.

VERNETTI JUNIOR, F. de J.; SCHUCH, L. O. B.; LUDWIG, M. **Tolerância ao encharcamento em genótipos de soja**. Pelotas: Embrapa Clima Temperado, 2012. 26 p. (Embrapa Clima Temperado. Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento, 172).

Tabela 1 – Número de nódulos (nº planta⁻¹) em genótipos de soja.

Tratamentos	Genótipos			
	PELBR10 6072	PELBR10 6000	PELBR10 6016	PELBR10 6050
Testemunha	0 e	0 h	0 b	0 d
Controle 1 N-mineral	0 e	0 h	0 b	0 d
Controle 2 SEMIA 5079 + SEMIA 5080	41 bc	48,5 cdef	19 b	38,5 bc
Estirpe CMM 373	57,5 ab	31 efgh	55,5 a	36,5 bcd
Estirpe CMM 374	12 cde	43,5 defg	10 b	32,5 bcd
Estirpe CMM 375	40 bcd	57 bcde	75 a	56 abc
Estirpe CMM 381	65 ab	82,5 abc	47,5 a	52,5 abc
Estirpe CMM 382	79 a	59 bcde	66,5 a	60,5 abc
Estirpe CMM 383	70 ab	100,5 a	61,5 a	80 a
Estirpe CMM 384	61 ab	69,5 abcd	55 a	65,5 ab
Estirpe CMM 385	60,5 ab	86 ab	61 a	25 cd
Estirpe CMM 386	0 e	14 fgh	2 b	0 d
Estirpe CMM 387	50 ab	104,5 a	72,5 a	54,5 abc
Estirpe CMM 578	8,5 de	9 gh	10 b	0 d
Estirpe CMM 580	5,5 e	13 fgh	8,5 b	31 bcd
Estirpe CMM 581	0 e	14 fgh	9 b	41,5 bc

Médias seguidas pela mesma letra na coluna, para cada genótipo, não diferem entre si pelo teste de Tukey (p<0,05).

Tabela 2 – Massa de nódulos secos (mg planta⁻¹) em genótipos de soja.

Tratamentos	Genótipos			
	PELBR10 6072	PELBR10 6000	PELBR10 6016	PELBR10 6050
Testemunha	0 d	0 e	0 d	0 d
Controle 1 N-mineral	0 d	0 e	0 d	0 d
Controle 2 SEMIA 5079 + SEMIA 5080	87,55 abcd	185,75 ab	40,75 abcd	84,8 bcd
Estirpe CMM 373	96,5 abc	126,15 abcde	116,1 ab	90,9 bcd
Estirpe CMM 374	37,3 bcd	120 abcde	27,65 bcd	99,3 abcd
Estirpe CMM 375	112,05 ab	99,9 abcde	133,75 a	131,25 abc
Estirpe CMM 381	105,5 ab	145,15 abcd	76,7 abcd	120,8 abc
Estirpe CMM 382	171,3 a	167,85 abc	90,85 abcd	129,35 abc
Estirpe CMM 383	107,95 ab	196,7 ab	84,35 abcd	202,3 a
Estirpe CMM 384	146,6 a	132,65 abcde	98,65 abc	175,65 ab
Estirpe CMM 385	147,1 a	161,55 abcd	91,1 abcd	38,35 cd
Estirpe CMM 386	0 d	34,7 cde	23,6 cd	0 d
Estirpe CMM 387	99,35 ab	207,9 a	85,25 abcd	130,95 abc
Estirpe CMM 578	24 bcd	19,8 de	26 bcd	0 d
Estirpe CMM 580	10,6 cd	65,7 bcde	23,6 bcd	121,05 abc
Estirpe CMM 581	0 d	31,5 cde	29,5 bcd	127,95 abc

Médias seguidas pela mesma letra na coluna, para cada genótipo, não diferem entre si pelo teste de Tukey ($p < 0,05$).