

SOJA CULTIVADA EM GLEISSOLO HÁPLICO DISTRÓFICO TÍPICO, UTILIZANDO DIFERENTES ROMPEDORES DE SOLO NA SEMEADORA-ADUBADORA

Darci Francisco Uhry Junior, Alencar Junior Zanon, Paulo Regis Ferreira da Silva, Claudio Mario Mundstock, Mara Grohs, Enio Marchesan, Rodrigo Schoenfeld, Gerson Meneguetti Sarzi Sartori, Pablo Gerzson Badinelli, Tiago Viegas Cereza, Elvis Tolfo Veber, Elisa Marschall Lunardi.

INTRODUÇÃO

Nos últimos anos, ocorreu um aumento expressivo na área de soja (*Glycine max* (L.) Merrill.) cultivada nos solos arroseiros do Rio Grande do Sul (RS), onde estes solos abrangem 5,4 milhões de hectares e correspondem a cerca de 20% da área total do Estado (PINTO et al., 1999). Segundo levantamento realizado pelo IRGA (2015), a área de soja cultivada nas diferentes regiões orizícolas do RS na safra 2014/2015 foi de aproximadamente de 280.000 ha.

Esta expansão na área cultivada com soja está ocorrendo principalmente em função do aumento da produtividade das lavouras e do cenário favorável à comercialização no mercado internacional. Além disso, verifica-se que a adoção da soja como opção de rotação de culturas nas áreas de arroz irrigado, permite melhor controle de plantas daninhas pela utilização de herbicidas não seletivos a exemplo do glifosato, proporciona a fixação biológica de nitrogênio (N) e interfere no ciclo de doenças e pragas, o que pode beneficiar a cultura do arroz no sistema de rotação.

As culturas de sequeiro como a soja, podem ter restrições ao seu crescimento e desenvolvimento, devido a algumas características que são comuns nos solos arroseiros, como relevo plano, drenagem deficiente, presença de camada subsuperficial do solo compactada e alagamentos constantes. A compactação faz com que as raízes fiquem limitadas a um volume menor de solo, com disponibilidade de recursos, como água e nutrientes reduzida e, portanto mais suscetíveis a variações climáticas.

Desta forma, estudos avaliando diferentes mecanismos rompedores de solo na semeadora são importantes para avaliar se são eficientes na descompactação do solo na linha de semeadura de soja e se favorecem o desenvolvimento e a produtividade das plantas de soja em área de rotação com arroz irrigado.

Este trabalho teve com objetivo avaliar os efeitos de diferentes mecanismos rompedores de solo de uma semeadora sobre o potencial produtivo e as características agronômicas da planta de soja cultivada em áreas de arroz irrigado em Gleissolo Háptico Distrófico Típico.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido na safra 2014/2015, na Estação Experimental do Arroz do Instituto Rio Grandense do Arroz (EEA-IRGA), localizada no município de Cachoeirinha. Esta área está situada na região da Depressão Central do estado do Rio Grande do Sul (RS), onde segundo a classificação de KÖPPEN (1928), o clima é caracterizado como subtropical úmido (Cfa), com precipitação pluvial e temperatura média anual de 1.471,4 mm e 19,6 °C, respectivamente (IRGA, 2014). O solo característico do local é classificado como Gleissolo Háptico Distrófico Típico. A semeadura do experimento foi realizada no dia 20 de novembro em uma área cultivada à longa data com arroz irrigado em sistema convencional de preparo do solo. Para a escolha da área, foi realizada uma avaliação da compactação do solo é através do uso de um penetrômetro, que é um instrumento utilizado para medir a resistência à penetração (EMBRAPA, 2002).

Neste trabalho foram testados diferentes mecanismos de abertura do sulco, que em conjunto com os mecanismos de controle de profundidade, dosagem de sementes e fertilizantes, e os mecanismos tapadores de sulco, são classificados como os principais mecanismos de uma semeadora (MURRAY et al., 2006). Os tratamentos corresponderam a cinco mecanismos de abertura do sulco: disco duplo (discos defasados); disco turbo

(ondulado de 26 ondas); disco turbo 12 (ondulado de 12 ondas); haste sulcadora; haste sulcadora D (haste sulcadora desencontrada cinco centímetros do disco de deposição de sementes).

A cultivar de soja utilizada foi a TECIRGA 6070 RR, que é do grupo de maturação 6.3 e hábito de crescimento indeterminado, na densidade de 26 plantas m⁻². O manejo de doenças e insetos foi realizado conforme preconizado pelas recomendações técnicas da cultura. A inoculação foi realizada nas sementes, antes da semeadura, sendo empregadas três doses de inoculante líquido por hectare. A adubação foi realizada na linha de semeadura, para expectativa de rendimento de 4,0 Mg ha⁻¹.

As unidades experimentais foram compostas de seis linhas de 10 m de comprimento, com espaçamento entre linhas de 0,50 m, totalizando 30 m⁻² de área. A determinação do estande de plantas foi realizada após a emergência total das plântulas, aos 15 dias após a semeadura, através da contagem de plântulas em cinco metros lineares em cada uma das quatro linhas centrais de cada parcela, totalizando 10 m⁻². As determinações da estatura de plantas, altura de inserção do primeiro legume, número de legumes por planta, número de grãos por legume e peso de 1.000 grãos foram realizadas em 10 plantas coletadas nas quatro linhas centrais de cada parcela, quando as plantas estavam no estágio R8. O rendimento de grãos foi determinado através da colheita das quatro linhas centrais de cada parcela, descartados 0,5 m das extremidades, com cinco metros de comprimento cada, totalizando 10 m⁻². Após, os grãos foram pesados e a umidade corrigida para 13% eo rendimento expresso em kg ha⁻¹. As variáveis foram submetidas à análise de variância pelo Teste F (p<0,05) e as médias foram comparadas utilizando o Teste de Duncan (p<0,05). As análises foram realizadas com o pacote estatístico Statistical Analysis System (2009).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A avaliação da resistência à penetração é bastante utilizada como indicativo de compactação (FILHO ET AL, 2009). Segundo TAYLOR et al. (1966), LIPIEC & HATANO (2003), valores acima de 2 MPa comprometem o desenvolvimento radicular das plantas. A área em que foi realizado o experimento apresentou valores acima deste limite a partir da camada de 10 a 15 cm (Figura 1).

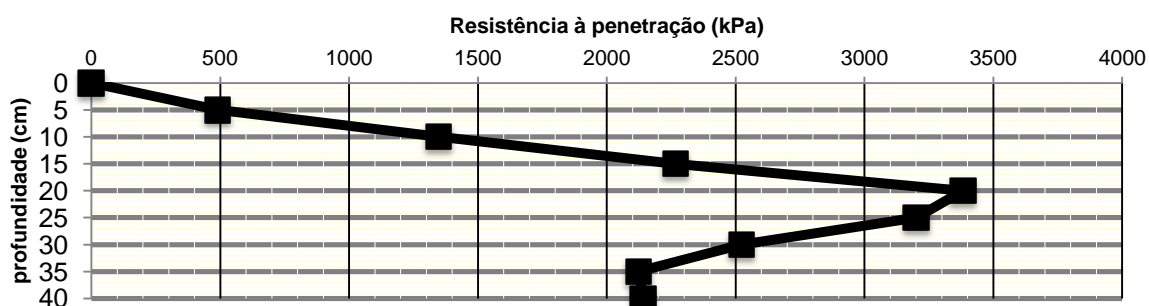


Figura 1. Resistência mecânica à penetração (kPa), ao longo do perfil de um Gleissolo Háplico Distrófico Típico, cultivado tradicionalmente com arroz irrigado. Cachoeirinha-RS, 2014.

A análise da variância mostrou resposta diferenciada dos mecanismos rompedores de solo quanto à estatura de plantas, quantidade de plantas por metro quadrado e quantidade de legumes por planta (Tabela 1). O tratamento onde foi utilizada a haste sulcadora D apresentou maior estatura de plantas. O número de plantas m⁻² foi maior quando se utilizou a haste sulcadora D, não diferindo do tratamento com a haste sulcadora. Esta diferença pode ser atribuída ao acúmulo de água na superfície do solo, nos tratamentos sem a utilização de haste sulcadora devido a uma chuva de 30 mm logo após a implantação do experimento. Para WUEBKER et al. (2001), a inundação ou saturação do solo pode resultar em baixa germinação e estabelecimento de plântulas e com isso reduzir o rendimento da

cultura. AMARAL et al. (2013) e VIZZOTTO (2014), verificaram que a utilização da haste sulcadora aumenta a infiltração de água no solo, drenando a área mais rapidamente. Em relação ao número de legumes por planta, o valor foi maior no tratamento com o disco 12 ondas, não diferindo do tratamento com o disco turbo.

Embora tenha sido constatada diferença significativa em alguns componentes do rendimento, esta diferença não se refletiu no rendimento de grãos (Tabela 1). Isto pode ser atribuído às condições climáticas favoráveis, principalmente em relação à distribuição pluvial, durante praticamente todo o ciclo da cultura, o que segundo CAMARA (2004), mantém a umidade do solo nas condições ideais, minimizando os efeitos da compactação do solo. Desta forma, podemos ter o efeito compensatório dos componentes de rendimento da soja, ou seja, quando a quantidade de plantas por metro quadrado é menor a tendência é que ocorra a formação de uma maior quantidade de legumes por planta e vice-versa (BARNI et al., 1985).

Tabela 1. Estatura, inserção do primeiro legume e componentes da produtividade da cultura da soja em área de rotação com arroz irrigado utilizando diferentes mecanismos rompedores de solo em Cachoeirinha-RS.

Mecanismo	Estatura (cm)	Inserção 1° legume (cm)	plantas/ m ²	Legumes/ planta	Grãos/ vagem	Peso 1.000 grãos (g)	Rendimento Kg/ha
Disco turbo	116,8 c ¹	23,2 ns	13,2 d	105,0 ab	2,18 ns	144,6 ns	3750,4 ns
Disco 12 ondas	116,8 c	22,6	16,0 cd	116,4 a	2,16	153,9	3644,4
Haste sulcadora D	136,3 a	27,1	22,1 a	75,4 c	2,30	144,2	4102,3
Haste sulcadora	133,7 ab	25,8	19,3 ab	82,1 bc	2,20	148,3	3988,6
Disco duplo	120,2 bc	23,6	16,7 bc	84,1 bc	2,19	145,6	3640,6

¹ Médias seguidas da mesma letra não diferem entre si, pelo teste de Duncan (p < 0,05). ns = não significativo

Tabela 2. Estatura, inserção do primeiro legume e componentes da produtividade da cultura da soja em área de rotação com arroz irrigado utilizando diferentes mecanismos rompedores de solo em Cachoeira do Sul-RS.

Mecanismo	Estatura (cm)	Inserção 1° legume (cm)	plantas/ m ²	Legumes/ planta	Grãos/ vagem	Rendimento Kg/ha
Disco turbo	68,3 ns	9,2 ns	8,1 bc ¹	144,1 ns	2,10ns	2398,7 b
Disco 12 ondas	64,9	10,0	9,6 bc	113,8	2,18	2277,9 b
Haste sulcadora D	68,3	10,7	13,9 a	143,7	2,11	3213,9 a
Haste sulcadora	66,2	9,0	11,1 ab	152,3	2,28	3351,8 a
Disco duplo	65,3	8,6	6,2 c	147,9	2,13	2288,0 b

¹ Médias seguidas da mesma letra não diferem entre si, pelo teste de Duncan (p < 0,05). ns = não significativo

CONCLUSÕES

O tratamento onde foi utilizada a haste sulcadora D apresenta maior estatura de plantas.

Os mecanismos onde foi utilizada a haste sulcadora D apresentam um número maior de plantas por metro quadrado, não diferindo do tratamento com a haste sulcadora.

O número de legumes por planta é maior quando se utiliza o disco 12 ondas, não diferindo do tratamento com o disco turbo.

Os diferentes mecanismos rompedores de solo estudados não afetam o rendimento de grãos da cultura da soja, possivelmente em função das condições climáticas favoráveis durante todo o ciclo da cultura.

AGRADECIMENTOS

Aos professores Dr. Claudio M. Mudstock e Dr. Paulo Regis F. da Silva pela orientação e ao professor Dr. Enio Marchesan e à Universidade Federal de Santa Maria pela orientação e disponibilidade de material para a realização do estudo.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AMARAL, A. J. et al. Erosão hídrica e escoamento superficial em função de tipos e doses de resíduo cultural em dois modos de semeadura direta. **Revista de Ciências Agroveterinárias**, Lages, SC, v.12, n.2, p.163-174, mar. 2013.

BARNI, N.A., et al. **Épocas de semeadura de cultivares de soja para o Rio Grande do Sul**. IPAGRO Informa, Porto Alegre, n.28, p.25-30, set. 1985.

CAMARA, R. K. **Influência da escarificação do solo sob sistema de plantio direto nas propriedades do solo e na cultura da soja**. 2004. 85 f. Dissertação (Mestre) – Universidade de Passo Fundo, Passo Fundo.

EMBRAPA. Influência da Umidade na Resistência do Solo Medida com Penetrômetro de Impacto. **Comunicado Técnico 51**. 2002, São Carlos, SP. 5p.

FILHO, G. R. et al. Variabilidade da produtividade de soja em função de atributos físicos de um latossolo vermelho distroférico sob plantio direto. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**. V.33, n.2, p.283-293. 2009.

IRGA. **Levantamento de área semeada com soja em terras baixas no Rio Grande do Sul, 2014**. Disponível em: <http://www.irga.rs.gov.br/>

IRGA. **Levantamento de área semeada com soja em terras baixas no Rio Grande do Sul, 2015**. Disponível em: <http://www.irga.rs.gov.br/>

KÖPPEN, W.; GEIGER, R. **Klimate der Erde**. Gotha: Verlag Justus Perthes. 1928. Wall-map 150cmx200cm.

LIPIEC, J. & HATANO, R. Quantification of compaction effects on soil physical properties and crop growth. **Geoderma**, 116:107-136, 2003.

MURRAY, J. R., et al. **Planters and their Components: types, attributes, functional requirements, classification and description**. ACIAR Monograph n° 121. University of the Queensland, Australia, 2006. 178p.

PINTO, L.F.S et al. Caracterização de solos de várzea. In: GOMES, A. da S. & PAULETTO, E.A. (Ed.). **Manejo de solo e da água em áreas de várzea**. Pelotas: Embrapa Clima Temperado, 1999, p.11-36.

REUNIÃO DE PESQUISA DE SOJA DA REGIÃO SUL. **Indicações técnicas para a cultura da soja no Rio Grande do Sul e em Santa Catarina, safras 2012/2013 e 2013/2014.** / XXXIX Reunião de Pesquisa de Soja da Região Sul. Passo Fundo: Embrapa Trigo e Apassul, 2012. 142 p.

TAYLOR, H.M., et al. Soil strength root penetration relations for medium to coarse textured soil materials. **Soil Sci.**, 102:18-22, 1966.

VISSOTTO, V. R. **Desempenho de mecanismos sulcadores de semeadora-adubadora sobre os atributos físicos do solo em várzea no comportamento da cultura da soja (Glycine max L.).** 2014. 78 p. Tese (Doutorado) – Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria.

WUEBKER, E.F., et al. Flooding and Temperature Effects on Soybean Germination. **Crop Science**, Madison, v .41, p. 1857-1861, 2001.

SOJA CULTIVADA EM PLANOSSOLO HÁPLICO, UTILIZANDO DIFERENTES ROMPEDORES DE SOLO NA SEMEADORA-ADUBADORA.

Darci Francisco Uhry Junior, Alencar Junior Zanon, Paulo Regis Ferreira da Silva, Claudio Mario Mundstock, Mara Grohs, Enio Marchesan, Rodrigo Schoenfeld, Gerson Meneguetti Sarzi Sartori, Pablo Gerzson Badinelli, Tiago Viegas Cereza, Elvis Tolfo Veber, Elisa Marschall Lunardi.

INTRODUÇÃO

Nos últimos anos, ocorreu um aumento expressivo na área de soja (*Glycine max* (L.) Merrill.) cultivada nos solos arroseiros do Rio Grande do Sul (RS), onde estes solos abrangem 5,4 milhões de hectares e correspondem a cerca de 20% da área total do Estado (PINTO et al., 1999). Segundo levantamento realizado pelo IRGA (2015), a área de soja cultivada nas diferentes regiões orizícolas do RS na safra 2014/2015 foi de aproximadamente de 280.000 ha.

Esta expansão na área cultivada com soja está ocorrendo principalmente em função do aumento da produtividade das lavouras e do cenário favorável à comercialização no mercado internacional. Além disso, verifica-se que a adoção da soja como opção de rotação de culturas nas áreas de arroz irrigado, permite melhor controle de plantas daninhas pela utilização de herbicidas não seletivos a exemplo do glifosato, proporciona a fixação biológica de nitrogênio (N) e interfere no ciclo de doenças e pragas, o que pode beneficiar a cultura do arroz no sistema de rotação.

As culturas de sequeiro como a soja, podem ter restrições ao seu crescimento e desenvolvimento, devido a algumas características que são comuns nos solos arroseiros, como relevo plano, drenagem deficiente, presença de camada subsuperficial do solo compactada e alagamentos constantes. A compactação faz com que as raízes fiquem limitadas a um volume menor de solo, com disponibilidade de recursos, como água e nutrientes reduzida e, portanto mais suscetíveis a variações climáticas.

Desta forma, estudos avaliando diferentes mecanismos rompedores de solo na semeadora são importantes para avaliar se são eficientes na descompactação do solo na linha de semeadura de soja e se favorecem o desenvolvimento e a produtividade das plantas de soja em área de rotação com arroz irrigado.

Este trabalho teve como objetivo avaliar os efeitos de diferentes mecanismos rompedores de solo de uma semeadora sobre o potencial produtivo e as características agrônômicas da planta de soja cultivada em áreas de arroz irrigado em Planossolo Háplico.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido na safra 2014/2015, na Estação Experimental da Barragem do Capané, localizada no município de Cachoeira do Sul. Esta área está situada na região da Depressão Central do estado do Rio Grande do Sul (RS), onde segundo a classificação de KÖPPEN (1928), o clima é caracterizado como subtropical úmido (Cfa), com precipitação pluvial e temperatura média anual de 1.471,4 mm e 19,6 °C, respectivamente (IRGA, 2014). O solo característico do local é classificado como Planossolo Háplico. A semeadura do experimento foi realizada no dia 17 de novembro em uma área cultivada à longa data com arroz irrigado em sistema convencional de preparo do solo.

Neste trabalho foram testados diferentes mecanismos de abertura do sulco, que em conjunto com os mecanismos de controle de profundidade, dosagem de sementes e fertilizantes, e os mecanismos tapadores de sulco, são classificados como os principais mecanismos de uma semeadora (MURRAY et al., 2006). Os tratamentos corresponderam a cinco mecanismos de abertura do sulco: disco duplo (discos defasados); disco turbo (ondulado de 26 ondas); disco turbo 12 (ondulado de 12 ondas); haste sulcadora; haste sulcadora D (haste sulcadora desencontrada cinco centímetros do disco de deposição de sementes).

A cultivar de soja utilizada foi a TECIRGA 6070 RR, que é do grupo de maturação 6.3 e hábito de crescimento indeterminado, na densidade de 26 plantas m⁻². O manejo de doenças e insetos foi realizado conforme preconizado pelas recomendações técnicas da cultura. A inoculação foi realizada nas sementes, antes da semeadura, sendo empregadas três doses de inoculante líquido por hectare. A adubação foi realizada na linha de semeadura, para expectativa de rendimento de 4,0 Mg ha⁻¹.

As unidades experimentais foram compostas de seis linhas de 10 m de comprimento, com espaçamento entre linhas de 0,50 m, totalizando 30 m² de área. A determinação do estande de plantas foi realizada após a emergência total das plântulas, aos 15 dias após a semeadura, através da contagem de plântulas em cinco metros lineares em cada uma das quatro linhas centrais de cada parcela, totalizando 10 m². As determinações da estatura de plantas, altura de inserção do primeiro legume, número de legumes por planta, número de grãos por legume e peso de 1.000 grãos foram realizadas em 10 plantas coletadas nas quatro linhas centrais de cada parcela, quando as plantas estavam no estágio R8. O rendimento de grãos foi determinado através da colheita das quatro linhas centrais de cada parcela, descartados 0,5 m das extremidades, com cinco metros de comprimento cada, totalizando 10 m². Após, os grãos foram pesados e a umidade corrigida para 13% e o rendimento expresso em kg ha⁻¹. As variáveis foram submetidas à análise de variância pelo Teste F (p<0,05) e as médias foram comparadas utilizando o Teste de Duncan (p<0,05). As análises foram realizadas com o pacote estatístico Statistical Analysis System (2009).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A análise da variância mostrou resposta diferenciada dos mecanismos rompedores de solo quanto à quantidade de plantas por metro quadrado e no rendimento de grãos (Tabela 1). O tratamento onde foi utilizada a haste sulcadora D apresentou maior número de plantas m⁻², não diferindo do tratamento com a haste sulcadora. Esta diferença pode ser atribuída ao acúmulo de água na superfície do solo, nos tratamentos sem a utilização de haste sulcadora devido ao grande volume de chuvas após a implantação do experimento. Para WUEBKER et al. (2001), a inundação ou saturação do solo pode resultar em baixa germinação e estabelecimento de plântulas e com isso reduzir o rendimento da cultura. AMARAL et al. (2013) e VIZZOTTO (2014) verificaram que a utilização da haste sulcadora aumenta a infiltração de água no solo, drenando a área mais rapidamente.

Os tratamentos onde se utilizou a haste sulcadora e a haste sulcadora D apresentaram maior rendimento de grãos. De acordo com VIZZOTTO (2014), esta maior produtividade pode ser relacionada a algumas características dos tratamentos que atuam em maior profundidade, como é o caso das hastes sulcadoras, e podem além de facilitar a drenagem, também promover maior desenvolvimento radicular, armazenamento de água e disponibilidade de nutrientes.

Tabela 1. Estatura, inserção do primeiro legume e componentes da produtividade da cultura da soja em área de rotação com arroz irrigado utilizando diferentes mecanismos rompedores de solo em Cachoeira do Sul-RS.

Mecanismo	Estatura (cm)	Inserção 1° legume (cm)	plantas/ m²	Legumes/ planta	Grãos/ vagem	Rendimento Kg/ha
Disco turbo	68,3 ns	9,2 ns	8,1 bc ¹	144,1 ns	2,10ns	2398,7 b
Disco 12 ondas	64,9	10,0	9,6 bc	113,8	2,18	2277,9 b
Haste sulcadora D	68,3	10,7	13,9 a	143,7	2,11	3213,9 a
Haste sulcadora	66,2	9,0	11,1 ab	152,3	2,28	3351,8 a
Disco duplo	65,3	8,6	6,2 c	147,9	2,13	2288,0 b

¹ Médias seguidas da mesma letra não diferem entre si, pelo teste de Duncan (p < 0,05). ns = não significativo

CONCLUSÕES

Os mecanismos onde foi utilizada a haste sulcadora D apresentam um número maior de plantas por metro quadrado, não diferindo do tratamento com a haste sulcadora.

Os tratamentos onde se utilizou a haste sulcadora e a haste sulcadora D apresentaram maior rendimento de grãos.

AGRADECIMENTOS

Aos professores Dr. Claudio M. Mudstock e Dr. Paulo Regis F. da Silva pela orientação e ao professor Dr. Enio Marchesan e à Universidade Federal de Santa Maria pela orientação e disponibilidade de material para a realização do estudo.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AMARAL, A. J. et al. Erosão hídrica e escoamento superficial em função de tipos e doses de resíduo cultural em dois modos de semeadura direta. **Revista de Ciências Agroveterinárias**, Lages, SC, v.12, n.2, p.163-174, mar. 2013.

BARNI, N.A., et al. **Épocas de semeadura de cultivares de soja para o Rio Grande do Sul**. IPAGRO Informa, Porto Alegre, n.28, p.25-30, set. 1985.

CAMARA, R. K. **Influência da escarificação do solo sob sistema de plantio direto nas propriedades do solo e na cultura da soja**. 2004. 85 f. Dissertação (Mestre) – Universidade de Passo Fundo, Passo Fundo.

EMBRAPA. Influência da Umidade na Resistência do Solo Medida com Penetrômetro de Impacto. **Comunicado Técnico 51**. 2002, São Carlos, SP. 5p.

FILHO, G. R. et al. Variabilidade da produtividade de soja em função de atributos físicos de um latossolo vermelho distroférico sob plantio direto. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**. V.33, n.2, p.283-293. 2009.

IRGA. **Levantamento de área semeada com soja em terras baixas no Rio Grande do Sul, 2014**. Disponível em: <http://www.irga.rs.gov.br/>

IRGA. **Levantamento de área semeada com soja em terras baixas no Rio Grande do Sul, 2015**. Disponível em: <http://www.irga.rs.gov.br/>

KÖPPEN, W.; GEIGER, R. **Klimate der Erde**. Gotha: Verlag Justus Perthes. 1928. Wall-map 150cmx200cm.

LIPIEC, J. & HATANO, R. Quantification of compaction effects on soil physical properties and crop growth. **Geoderma**, 116:107-136, 2003.

MURRAY, J. R., et al. **Planters and their Components: types, attributes, functional requirements, classification and description**. ACIAR Monograph nº 121. University of the Queensland, Australia, 2006. 178p.

PINTO, L.F.S et al. Caracterização de solos de várzea. In: GOMES, A. da S. & PAULETTO, E.A. (Ed.). **Manejo de solo e da água em áreas de várzea**. Pelotas: Embrapa Clima Temperado, 1999, p.11-36.

REUNIÃO DE PESQUISA DE SOJA DA REGIÃO SUL. **Indicações técnicas para a cultura da soja no Rio Grande do Sul e em Santa Catarina, safras 2012/2013 e 2013/2014**. / XXXIX Reunião de Pesquisa de Soja da Região Sul. Passo Fundo: Embrapa Trigo e Apassul, 2012. 142 p.

TAYLOR, H.M., et al. Soil strength root penetration relations for medium to coarse textured soil materials. **Soil Sci.**, 102:18-22, 1966.

VISSOTTO, V. R. **Desempenho de mecanismos sulcadores de semeadora-adubadora sobre os atributos físicos do solo em várzea no comportamento da cultura da soja (Glycine max L.)**. 2014. 78 p. Tese (Doutorado) – Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria.

WUEBKER, E.F., et al. Flooding and Temperature Effects on Soybean Germination. **Crop Science**, Madison, v .41, p. 1857-1861, 2001.

AVALIAÇÃO DA TOLERÂNCIA AO EXCESSO HÍDRICO NO SOLO DE CULTIVARES COMERCIAIS DE SOJA

Darci Francisco Uhry Junior, Alencar Junior Zanon, Christian Bredemeier, Cecilia Paz da Silva Giordano, Pablo Gerzson Badinelli, Tiago Viegas Cereza, Elvis Tolfo Veber.

INTRODUÇÃO

A cultura da soja é a principal "commodity" agrícola do Brasil (FANTE et al., 2010), nos últimos anos, ocorreu um aumento expressivo na área de soja (*Glycine max* (L.) Merrill.)

cultivada nos solos arroseiros do Rio Grande do Sul (RS), onde estes solos abrangem 5,4 milhões de hectares e correspondem a cerca de 20% da área total do Estado (PINTO et al., 1999). Segundo levantamento realizado pelo IRGA (2015), a área de soja cultivada nas diferentes regiões orizícolas do RS na safra 2014/2015 foi de aproximadamente de 280.000 ha. Uma das causas para essa expansão de área foi o aumento da infestação de plantas daninhas resistentes a herbicidas nas lavouras de arroz irrigado.

O ambiente onde se cultiva arroz irrigado na metade sul do Rio Grande do Sul, difere das regiões do Planalto que tradicionalmente cultivam soja em solos profundos, bem drenados e que apresentam boa capacidade de retenção de água. O excesso hídrico em solos arroseiros é ocasionado pela má drenagem devido à presença de horizonte B textural, pouco permeável pela própria constituição (textura) do solo, pela topografia plana e baixa altitude. Esses são os principais fatores que afetam a capacidade de drenagem superficial, e também, caracterizam a baixa capacidade de armazenamento de água nesses solos (VEDELAGO et al., 2013).

A soja é uma espécie que apresenta diferentes níveis de sensibilidade ao excesso hídrico no solo ao longo do ciclo de desenvolvimento (FANTE et al., 2010). O excesso hídrico ocorre quando o volume de água decorrente de precipitação e/ou irrigação excede a quantidade de água percolada e drenada. A consequência é que os poros do solo são preenchidos pela água, expulsando o ar. Como a taxa de difusão do oxigênio na água é 100 vezes inferior à taxa de difusão no ar (THOMSON e GREENWAY, 1991) e a concentração no ar é 30 vezes maior que dissolvido na água, não mais do que poucos centímetros da superfície de um solo inundado apresentam condições aeróbicas (ARMSTRONG et al., 1994). Assim, o volume de oxigênio dissolvido na água se torna insuficiente para manutenção do processo de respiração aeróbica dos tecidos radiculares da soja sob excesso hídrico.

A tolerância ao excesso hídrico (EH) em plantas é uma característica determinada geneticamente (HENSHAW et al, 2007 a e b), de herança quantitativa (CORNELIUS et al, 2005). Em soja foram observadas variações do grau de tolerância ao EH, tanto no germoplasma adaptado quanto no exótico (VANTOAI et al., 2001). Por exemplo, THOMAS et al. (2000) e LANGE et al. (2011) verificaram que as cultivares comerciais de soja no Rio Grande do Sul diferiam quanto ao grau de tolerância ao excesso hídrico no solo. O subperíodo compreendido entre a germinação das sementes e a emergência das plantas é o mais sensível da cultura, não havendo praticamente diferenças de tolerância entre as cultivares comerciais (GETZ e LANGE, 2013). O dano causado pelo EH depende do tempo de ocorrência do estresse, da temperatura média do ar e da fase de desenvolvimento da soja.

As sementes de alguns genótipos exóticos, na maioria *landraces* oriundos da Ásia, são capazes de tolerar períodos prolongados de inundação mantendo o potencial germinativo (HOU e TSENG, 1991). Esta tolerância foi vinculada à habilidade do tegumento em modular a velocidade de entrada de água nos tecidos. Porém, existem dúvidas a respeito dos mecanismos que mantêm os tecidos vivos sob hipoxia após o início do processo de germinação (HOU e TSENG, 1991).

A quase totalidade dos trabalhos disponíveis na literatura realizados com o objetivo de avaliar a adaptação das cultivares de soja à solos hidromórficos demonstram que mesmo os genótipos mais tolerantes, apresentam desempenho ruim em condições severas de excesso hídrico (CORNELIUS et al., 2006; LANGE et al., 2013). Para suplantarmos a limitação que o excesso hídrico no solo causa no desempenho agrônomico de genótipos de soja cultivados em solos arroseiros, duas abordagens são possíveis. A primeira abordagem visa mitigar os efeitos desse estresse pela adequação de práticas de manejo como, por exemplo, a semeadura da soja em micro-camalhão (PILON et al., 2013). A outra estratégia é a seleção de genótipos de soja mais tolerantes ao excesso hídrico pelo melhoramento genético. Levando em consideração a segunda abordagem, uma das metodologias tradicionalmente utilizadas para selecionar os genótipos mais tolerantes ao excesso hídrico, é promover a exposição desses materiais a períodos de inundação do solo, em diferentes estádios de desenvolvimento, com o objetivo de verificar o grau de tolerância que estes apresentam nas condições de solo saturado de água (LANGE et al., 2013).

Estudos da tolerância de genótipos de soja submetidos ao excesso hídrico no solo vem sendo conduzido por pesquisadores no IRGA desde 2004 (LANGE et al., 2013), e necessita ser realizada de forma contínua, pois a tolerância ao excesso hídrico no solo é uma característica quantitativa, e sua caracterização deve ser realizada através de avaliações em diferentes anos e locais. Além disso, anualmente são disponibilizadas novas cultivares de soja para uso comercial. Portanto, a avaliação do desempenho agrônomo de novas cultivares de soja deve ser realizada de forma permanente em solos arroseiros, sem a ocorrência de outros fatores limitantes de produtividade, que não os impostos pela estrutura do solo e pelos eventuais períodos de saturação em decorrência das precipitações pluviais.

Este trabalho teve como objetivo identificar o grau de tolerância ao excesso hídrico no solo de 48 cultivares comerciais indicadas para áreas de rotação com arroz irrigado.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido na safra 2014/2015, na Estação Experimental do Arroz, localizada no município de Cachoeirinha. Esta área está situada na região da Depressão Central do estado do Rio Grande do Sul (RS), onde segundo a classificação de KÖPPEN (1928), o clima é caracterizado como subtropical úmido (Cfa), com precipitação pluvial e temperatura média anual de 1.471,4 mm e 19,6 °C, respectivamente (IRGA, 2014). O solo característico do local é classificado como Gleissolo Háplico Distrófico Típico.

O delineamento experimental foi de blocos ao acaso com três repetições, as unidades experimentais foram compostas de uma linha de 3,5m de comprimento e espaçamento entre linhas de 0,5 m. A semeadura do experimento foi realizada no dia 20 de novembro, na densidade de 25 plantas/m² em solo corrigido de acordo com as recomendações técnicas para a cultura da soja e a adubação para expectativa de rendimento de 4.000 kg/ha.

No experimento foram utilizadas 48 cultivares comerciais indicadas pelas empresas produtoras de sementes para serem utilizadas em áreas de rotação com arroz irrigado (5D615 IPRO; 5D615 RR; 5D634 RR; 5G685 RR; 95R51; 95Y72; BMX POTÊNCIA RR; BRASMAX PONTA IPRO, BRASMAX VALENTE RR; BRASMAX VANGUARDA IPRO; CD 2609 RR; CD 2620 IPRO; CD 2644 IPRO; CD 2655 RR; CD 2694 IPRO; CD 2730 IPRO; CD 2737 RR; CD 2728 IPRO; CEP 11345; DM 5.8 i; DM 5958 RSF IPRO; DM 6458 RSF IPRO; DM 6563 RSF IPRO; FPS ANTARES RR; FPS ATALANTA IPRO; FPS JUPITER RR; M 6410 IPRO; NS 5959 IPRO; NS 6006 IPRO; NS 6209 RR; NS 6823 RR; NS 6909 IPRO; NS 6700 IPRO; NS 7000 IPRO; NS 7209 IPRO; NS 7300 IPRO; ROOS AVANCE RR; ROTA 54 IPRO; SYN 1059 RR; SYN 1263 RR; SYN 13561 IPRO; SYN 1359 IPRO; SYN 1363 RR; SYN 1367 IPRO; TEC 5936 IPRO; TECIRGA 6070 RR; TMG 7062 IPRO; TMG 7262 RR).

O tratamento de EH hídrico foi imposto, por inundação, quando as plantas estavam entre os estádios V6 e V9, conforme escala proposta por FEHR e CAVINESS (1977). Uma lâmina de água de cinco centímetros foi mantida na área durante três dias, que foi o tempo que levou para as cultivares começarem a apresentar reação diferencial, quando então foi realizada a drenagem. Dez dias após a drenagem foi feita uma avaliação visual da reação das cultivares com base nos sintomas de clorose, murcha e desfolha das folhas, segundo uma escala visual de 1 (todas as plantas da parcela sem sintomas de estresse de EH) a 9 (todas as plantas da parcela mortas) aplicada a cada parcela (Figura 1) (CORNELIUS et al., 2005). Os dados foram submetidos à análise de agrupamentos por k-Médias, dividindo as cultivares em três conjuntos com relação à tolerância ao excesso hídrico (alta, média e baixa).

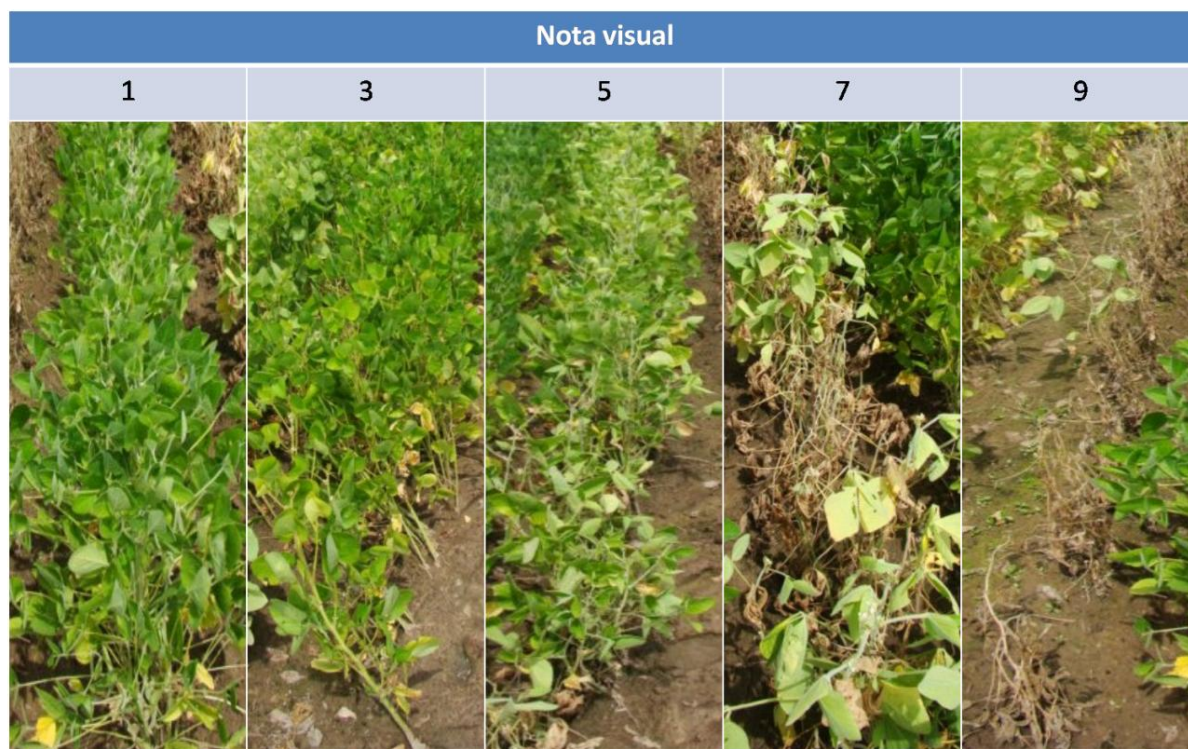


Figura 1: Nota visual de dano (1 a 9) de genótipos de soja submetidos ao tratamento de excesso hídrico.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Estudos com um grande número de genótipos às vezes podem tornar impraticável o reconhecimento de grupos homogêneos através de um simples exame visual, pois o número de estimativas de dissimilaridade obtido é relativamente elevado. Nestes casos, o uso de métodos que agrupem os genótipos pode ser uma das melhores alternativas para a análise e interpretação dos dados (CRUZ & CARNEIRO, 2006).

Na Tabela 1 são apresentadas as cultivares do grupo com tolerância alta, ou seja, as que apresentaram as melhores notas de tolerância ao excesso hídrico no solo, conforme a avaliação visual proposta por CORNELIUS et al., 2005. Na sequência, o grupo onde estão as cultivares com tolerância média (Tabela 2) e o grupo com tolerância baixa (Tabela 3).

Sendo a tolerância ao excesso hídrico uma característica de variação contínua, podendo sofrer alterações devido a fatores não genéticos, os ensaios de avaliação de tolerância ao excesso hídrico deverão ser continuados, como forma de consolidar os resultados e em função da constante entrada de novas cultivares comerciais no mercado.

Tabela 1 – Grupo das Cultivares comerciais com tolerância alta ao excesso hídrico no solo, na safra agrícola 2014/15. EEA/IRGA, Cachoeirinha – RS, 2015.

5D615	CD 2728	NS 6209	SYN 1059
5D634	CD 2737	NS 6823	SYN 1263
5G685	CEP 11345	NS 6909	SYN 1363
95R51	DM 5958 RSF	NS 6700	SYN 1367

CD 2609	DM 6563 RSF	NS 7300	TECIRGA 6070
CD 2655	FPS ANTARES	PONTA	VALENTE
CD 2694	FPS JUPITER	BMX POTÊNCIA	VANGUARDA

Tabela 2 – Grupo das cultivares comerciais com tolerância média ao excesso hídrico no solo, na safra agrícola 2014/15. EEA/IRGA, Cachoeirinha – RS, 2015.

5D615 IPRO	CD 2620	NS 5959	TEC 5936 IPRO
95Y72	CD 2730	NS 6006	TMG 7262
ATALANTA	DM 5.8 i	NS 7000	
ROOS AVANCE	DM 6458 RSF	NS 7209	
ROTA 54	M 6410	SYN 13561	

Tabela 3 – Grupo das cultivares comerciais tolerância baixa ao excesso hídrico no solo, na safra agrícola 2014/15. EEA/IRGA, Cachoeirinha – RS, 2015.

CD 2644	SYN 1359	TMG 7062
----------------	-----------------	-----------------

CONCLUSÃO

Os resultados mostram que das 48 cultivares avaliadas, 28 apresentaram alta tolerância a três dias de excesso hídrico no solo.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ARMSTRONG, W.; BRAENDLE, R. & JACKSON, M.B. Mechanisms of flood tolerance in plants. **Acta Botanica**, v. 43, p. 307-358, 1994.

CONAB. **Acompanhamento de safra brasileira: grãos, quinto levantamento, fevereiro/2014**. Companhia Nacional de Abastecimento, p.7, 2014.

CORNELIUS, B. et al. Identification of QTLs underlying water-logging tolerance in soybean. **Molecular Breeding** v. 16, p. 103-112. 2005.

CORNELIUS, B. et al. Yield potential and waterlogging tolerance of selected near-isogenic lines and recombinant inbred lines from two southern soybean population. **Journal of Crop Improvement**, v. 16 (1/2), p.97-111, 2006.

CRUZ, C.D.; CARNEIRO, P.C.S. **Modelos biométricos aplicados ao melhoramento genético**. 2. ed. Viçosa: UFV, 2006. 585p

FANTE, C. A.; ALVES, J. D.; GOULART, P. F. P.; DEUNER, S.; SILVEIRA, N. M. et al. Respostas fisiológicas em cultivares de soja submetidas ao alagamento em diferentes estádios. **Bragantia**, v.69, n.2, p. 253-261, 2010.

FEHR, W. R.; CAVINESS, C. E. **Stages of soybean development**. Ames: Iowa State University of Science and Technology, 1977. 15p. (Special Report, 80).

GETZ, B.M.; LANGE, C.E. 2013. Influência de teores de solo e areia na emergência de dois genótipos de soja submetidos ao excesso hídrico. In: Congresso Brasileiro de Arroz Irrigado, VIII., 2013, Santa Maria, RS. **Anais**. . . Santa Maria: UFSM, 2013.

HENSHAW, T.L. et al. Soya bean (*Glycine max* L. Merr.) genotype response to early-season flooding: I. root and nodule development. **Journal of Agronomy and Crop Science**, v. 193, p.177-188. 2007a.

HENSHAW, T.L. et al. Soya bean (*Glycine max* L. Merr.) genotype response to early-season flooding: II aboveground growth and biomass. **Journal of Agronomy and Crop Science**, v. 193, n. 3, p. 177-188. 2007 b.

HOU F.; THSENG, F.S. Studies on the flooding tolerance of soybean seed: varietal differences. **Euphytica**, v. 57, p. 169-173, 1991.

IRGA. **Levantamento de área semeada com soja em terras baixas no Rio Grande do Sul**, 2014. Disponível em: <http://www.irga.rs.gov.br/>

KÖPPEN, W.; GEIGER, R. **Klimate der Erde**. Gotha: Verlag Justus Perthes. 1928. Wall-map 150cmx200cm.

LANGE et al., 2011. Avaliação da reação de germoplasma exótico de soja ao excesso hídrico, safras 2008/09 e 2009/10. In: Congresso Brasileiro de Arroz Irrigado, VII., 2011, Balneário Camboriú, SC. **Anais**. . . Balneário Camboriú: EPAGRI, 2011.

LANGE et al., 2013. Nova cultivar de soja TECIRGA 6070 RR foi desenvolvida para o cultivo em solos arroseiros gaúchos. In: Congresso Brasileiro de Arroz Irrigado, VIII., 2013, Santa Maria, RS. **Anais**. . . Santa Maria: UFSM, 2013.

KUINCHTNER, A; BURIOL, G. A. Clima do Estado do Rio Grande do Sul segundo a classificação climática de Köppen e Thornthwaite. **Disciplinarum Scientia**, v.2, p.171-182, 2001.

PILON et al., 2013. Avaliação de cultivares de soja semeadas com e sem microcamalhão em rotação com arroz irrigado. In: Congresso Brasileiro de Arroz Irrigado, VIII., 2013, Santa Maria, RS. **Anais**. . . Santa Maria: UFSM, 2013.

PINTO, L.F.S et al. Caracterização de solos de várzea. In: GOMES, A. da S. & PAULETTO, E.A. (Ed.). **Manejo de solo e da água em áreas de várzea**. Pelotas: Embrapa Clima Temperado, 1999, p.11-36.

REUNIÃO DE PESQUISA DE SOJA DA REGIÃO SUL. **Indicações técnicas para a cultura da soja no Rio Grande do Sul e em Santa Catarina, safras 2012/2013 e 2013/2014**. / XXXIX Reunião de Pesquisa de Soja da Região Sul. COSTAMILAN, L. M.; CARRÃO-PANIZZI, M. C.; STRIEDER, M. L.; BERTAGNOLLI, P.F. (Organizadores). Passo Fundo: Embrapa Trigo e Apassul, 2012. 142 p. (Documentos, 107).

STRECK, E. V. et al. **Solos do Rio Grande do Sul**. EMATER/RS; UFRGS. 126p., 2008.

THOMAS, A.L, et al. Rendimento de grãos de cultivares de soja em solo de várzea. **Pesquisa Agropecuária Gaúcha**, Porto Alegre, v.6, n. 1, p. 107-112, 2000.

THOMSON, C.J. & GREENWAY, H. Metabolic evidence for stelar anoxia in maize roots exposed to low O₂ concentrations. **Plant Physiology**, v. 96, p.1294-1301, 1991.

VANTOAI, T.T. et al. Identification of a QTL associated with tolerance of soybean to soil waterlogging. **Crop Science**, v.41, p. 1247-1252, 2001.

VEDELAGO, A. et al. **Fertilidade e aptidão de uso dos solos para o cultivo da soja nas regiões arrozeiras do Rio Grande do Sul**. Cachoeirinha: IRGA. Divisão de Pesquisa, 2013. 52 p. (Boletim Técnico, nº 9).