

DESENVOLVIMENTO DE TECNOLOGIAS PARA CULTIVO DE SOJA EM TERRAS BAIXAS

Enio Marchesan¹

Resumo: Os trabalhos conduzidos nesta linha de pesquisa visam desenvolver tecnologias que proporcionem produtividade elevada e sustentável de grãos de soja, com minimização de estresses em ambientes de terras baixas. Neste trabalho será feita a apresentação dos principais resultados de pesquisa conduzidos por este grupo de pesquisa nesta década, a partir dos quais ocorreu a intensificação do cultivo de soja nesse ambiente. No entanto, o cultivo de soja em parte destas áreas contém riscos que estão associados à localização geográfica, características dos solos e ao manejo adotado para ao cultivo de arroz, principal cultura em terras baixas. Assim, as práticas de manejo devem contemplar também minimização de riscos por excesso de água, ou seja, os cuidados com a drenagem da área. Por outro lado, a irrigação é fundamental para algumas regiões, pelo regime de chuvas, ou quando se planeja elevados tetos produtivos. Além disso, aspectos de conservação do solo, como menor mobilização e cobertura do solo devem ser pesquisados, pois o manejo destas áreas para cultivos ditos de sequeiro é muito diferente daquele para terras altas e ainda muito pouco se sabe. Finalizando, os trabalhos apresentados aqui envolvem, fundamentalmente práticas de manejo visando a melhoria do ambiente radicular, nodulação da soja e implantação da lavoura.

Palavras-chave: Ambiente radicular. Nodulação. Compactação do solo. Mecanismos da semeadora. Escarificação.

¹ Universidade Federal de Santa Maria (UFSM). Departamento de Fitotecnia. Doutor em Fitotecnia.
eniomarchesan@gmail.com

DEVELOPMENT OF TECHNOLOGIES FOR SOYBEAN PRODUCTION IN LOWLAND AREAS

Abstract: The purposes of these studies are to develop technologies to increase the sustainable production of soybean grains, minimizing stresses in lowland environment. The main results of this research will be presented based on the last decade of research, date when returned soybean crop cultivation in this lowland environment in Rio Grande do Sul State. However, the soybean crop cultivation contains risks associated to the geographic location, characteristics of the soil and the chosen rice management, main culture in lowland areas. Thus the management practices must include minimizing the risks of water excess, especially drainage of the areas. On the other hand, the irrigation is essential for some regions due to rainfall behavior, or when high production expectation is set. Besides, aspects of soil conservation, such as minimum tillage and soil coverage must be studied, because the management of this crop yield in condition of no irrigation is very different when compared to highland areas, which very little is known about. Concluding, the results presented by the papers are related to management practices aiming on getting better root environment, soybean nodulation and tillage systems.

Keywords: Root environment. Nodulation. Hard pan. Furrow mechanisms for soybean driller. Deep tillage.

1 INTRODUÇÃO

Os trabalhos conduzidos na linha de pesquisa de soja em terras baixas visam desenvolver tecnologias de manejo que proporcionem elevada produtividade sustentável de grãos com minimização de estresses.

A intensificação do cultivo de soja em terras baixas no Rio Grande do Sul (RS) se deu em torno da safra 2009/10 e hoje ocupa cerca de 25% da área de arroz. Isto ocorreu pela necessidade de controlar o arroz vermelho, considerada a principal planta daninha do cultivo de arroz irrigado, o que associado à disponibilidade de cultivares de soja com a tecnologia *Roundup Read*, facilitam o manejo do arroz vermelho e outras plantas daninhas de difícil controle. Além disso, os bons preços da soja estimularam alguns produtores a tratar o cultivo dessa cultura em terras baixas como outra atividade de renda, possibilitando uso mais intensivo das áreas. Hoje, há projetos em andamento que visam produtividades tão altas quanto as obtidas em ambientes de terras altas. Um dos fatores que estimulam a busca de eleva produtividade nestas áreas é a disponibilidade de água, associada a disponibilidade de infraestrutura organizacional para irrigação do arroz na área.

No entanto, ao mesmo tempo em que a localização geográfica facilita a irrigação, dificulta a drenagem das áreas, o que é um dos grandes limitantes à expansão do cultivo de soja em algumas áreas de cultivo de arroz. E aí começam os desafios, pois é necessário adequar as áreas para minimizar os riscos de cultivo da soja e também identificar genótipos que melhor se adaptem a este ambiente.

2 BREVE CARACTERIZAÇÃO DAS ÁREAS

A seguir, serão caracterizados, de maneira geral, os solos de terras baixas cultivados com arroz irrigado no Estado do Rio Grande do Sul. Segundo Gomes & Pauleto (1999), a heterogeneidade do material de origem destes solos confere granulometria e mineralogia variada, que tem como característica dominante a má drenagem ou o hidromorfismo, provocando umidade excessiva; isto é, devido ao lençol freático próximo à superfície do solo

MARCHESAN, E. Desenvolvimento de tecnologias para cultivo de soja em terras baixas. **RECoDAF – Revista Eletrônica Competências Digitais para Agricultura Familiar**, Tupã, v. 2, n. 1, p. 4-19, jan./jun. 2016. ISSN: 2448-0452

em função do relevo geralmente plano e à localização geográfica, com camada superficial do solo pouco profunda e camada subsuperficial impermeável. Ainda, segundo os autores, além da má drenagem, alguns solos apresentam densidade elevada, alta relação micro/macroporos, com baixa capacidade de armazenamento de água. Parte dessas características sofrem efeito do preparo do solo efetuado para o cultivo de arroz, devido serem trabalhados em condições de umidade inadequada, o que intensifica a formação de camada compactada próxima à superfície do solo, prática que auxilia no menor uso de água para arroz irrigado por inundação, já que praticamente elimina a perda de água por percolação no perfil do solo. Para soja, no entanto, esse é um fator de risco e limitante para elevadas produtividades, ampliando estresses tanto por falta como por excesso de água, cujos limites podem ficar próximos entre si.

No Quadro 1, Marchesan (2013) apresenta a caracterização de uma área de terras baixas, como forma de exemplificar as necessidades de adequação da parte física do solo para outros cultivos ditos de sequeiro. Foi exatamente a partir de informações como estas que se estabeleceu essa linha de pesquisas, com o objetivo identificar práticas de manejo adequadas a solos com características semelhantes.

Quadro 1 - Propriedades físicas de solo de várzea da UFSM (média de 5 repetições).

Camada	Densidade	Porosidade total	Macroporosidade	Microporosidade	Condutividade hidráulica
cm	g cm ⁻³	cm ⁻³ cm ⁻³			mm h ⁻¹
0-10	1,4	0,463	0,135	0,327	3,5
10-20	1,7	0,360	0,039	0,321	0,7
20-30	1,6	0,386	0,037	0,349	18,3
30-40	1,5	0,418	0,042	0,376	67,9

Fonte: Autor. Santa Maria, RS, 2013.

MARCHESAN, E. Desenvolvimento de tecnologias para cultivo de soja em terras baixas. **RECoDAF – Revista Eletrônica Competências Digitais para Agricultura Familiar**, Tupã, v. 2, n. 1, p. 4-19, jan./jun. 2016. ISSN: 2448-0452

Em função do exposto acima, segundo Marchesan (2013), há necessidade de organizar/sistematizar as áreas de terras baixas usualmente cultivadas com arroz irrigado para que possa ser diversificado seu uso, aumentando o potencial de produção, automatizando ao máximo as atividades da área e minimizando riscos de cultivos em rotação como a soja, por exemplo.

Segundo o autor, alguns itens são fundamentais para a drenagem e regularização da água. Um deles é de que a água oriunda de outras áreas não deveria atingir as áreas da lavoura de terras baixas. O estabelecimento de drenos ou diques externos à área são muito importantes. Da mesma forma a água da chuva que ocorre sobre a lavoura deve ser retirada o mais rápido possível. Para isso, a correção do microrrelevo através do nivelamento da superfície do solo, juntamente com a realização de drenos de superfície, são práticas indispensáveis, para a rápida remoção da água. Os drenos de superfície devem estar conectados à rede principal de drenagem e serem funcionais durante todo o ciclo do cultivo, pois auxiliarão em períodos de chuva ou em eventual irrigação bem planejada. Esta estrutura visa também aumentar o número de dias trabalhados com máquinas em terras baixas, aspecto fundamental para semear na hora certa e reduzir custos.

Nesta etapa de organização da área, deve-se prever também a possibilidade de irrigação da soja, que para muitas regiões é indispensável, em função do regime de chuvas. Em situações de planejamento de lavoura de soja para elevadas produtividades, a irrigação também é uma prática fundamental. O sistema de irrigação deve ser planejado para que tenha múltiplas entradas nos talhões, de modos que a irrigação possa ser realizada de forma rápida em toda a área.

Por fim o sistema viário, através da correta locação de estradas, facilita os transportes internos, pois neste sistema intensivo de utilização da área, tem-se mais de um cultivo na mesma estação de crescimento, além de auxiliar no fluxo das águas dentro da lavoura.

3 MELHORIA DO AMBIENTE RADICULAR E NODULAÇÃO: ESCARIFICAÇÃO, MECANISMOS DA SEMEADORA, SISTEMAS DE IMPLANTAÇÃO

Em função do exposto na seção anterior, Marchesan et al, 2016, conduziram trabalho com o objetivo de avaliar o efeito de dois sistemas de manejo do solo, com e sem escarificação, associado à aplicação de gesso agrícola no desenvolvimento de plantas de soja em áreas de terras baixas, durante dois anos agrícolas na mesma área. A proposta do trabalho visava melhorar o ambiente para o desenvolvimento do sistema radicular e nodulação da soja, tanto na parte física como na parte química do solo. Os resultados mostram que a escarificação elevou a produtividade de soja em cerca de 30%, em solo cuja resistência à penetração atingiu 2,5Mpa ao redor de 12cm de profundidade na área não escarificada. O processo de escarificação, realizado até a profundidade de cerca de 30cm, reduziu a resistência à penetração para menos de 1,0Mpa até a profundidade que experimentou escarificação na linha de semeadura da soja. Esta melhoria da parte física do solo proporcionou que a planta desenvolvesse maior porte, maior comprimento de raízes, assim como a massa seca destas partes, além de proporcionar maior número e massa seca de nódulos viáveis por planta. Isto resultou em maior absorção de nitrogênio, fósforo e potássio e micronutrientes explicando o maior rendimento de grãos (MARCHESAN et al., 2013). A aplicação de gesso agrícola não afetou os parâmetros avaliados relacionados ao desenvolvimento de plantas e rendimento de grãos de soja, mostrando que na condição de execução do experimento o que mais limitava era a parte física do solo.

Na sequência dos trabalhos de desenvolvimento de tecnologias para produção de soja em terras baixas, Vizzotto (2014) avaliou o desempenho de mecanismos sulcadores em semeadora-adubadora sobre os atributos físicos do solo no comportamento da cultura da soja. Utilizou disco duplo, disco ondulado, haste sulcadora e um mecanismo de roda tapadora de sulco da haste sulcadora visando uniformizar a emergência das plantas. A hipótese do trabalho era de que mecanismos sulcadores da semeadora podem diminuir resistência à penetração de

MARCHESAN, E. Desenvolvimento de tecnologias para cultivo de soja em terras baixas. **RECoDAF – Revista Eletrônica Competências Digitais para Agricultura Familiar**, Tupã, v. 2, n. 1, p. 4-19, jan./jun. 2016. ISSN: 2448-0452

raízes na camada subsuperficial compactada reduzindo a demanda de tração e promovendo efeitos diretos no rendimento de grãos da cultura. Na área do experimento, a resistência à penetração aos 12cm da superfície do solo estava ao redor de 2,2 MPa. As conclusões do trabalho foram: os mecanismos sulcadores do tipo haste diminuíram a densidade do solo e aumentaram a macroporosidade e porosidade total na linha de cultivo; os mecanismos sulcadores do tipo haste proporcionaram maior superfície de solo mobilizado, profundidade e volume de solo mobilizado em solos de várzea; a semeadora-adubadora equipada com mecanismo sulcador do tipo haste, atuando em profundidade, promove redução na camada compactada entre as linhas de cultivo em solos de várzea; o mecanismo sulcador do tipo haste apresentou maior capacidade de infiltração de água no solo, aumentando os macroporos e produzindo efeito similar a de drenos; a força de tração e a potência requerida na barra de tração foram maiores quando se utilizou o mecanismo sulcador do tipo haste, enquanto a velocidade de deslocamento foi menor; o consumo de combustível e o patinamento do trator aumentaram, influenciados pela haste sulcadora da semeadora-adubadora; o mecanismo sulcador do tipo haste proporcionou maior profundidade de deposição das sementes, enquanto as rodas tapadoras de sulco diminuem a profundidade de semeadura e a variação da profundidade de sementes e apresenta um melhor índice de velocidade de emergência em solos de várzea; o mecanismo tipo haste proporcionou a maior produtividade de grãos demonstrando que é viável cultivar soja com os mesmos em solos de várzea compactados.

Em função destes resultados, verificou-se a necessidade de comparar a resposta da soja submetida à escarificação do solo e a mecanismos da semeadora, nas mesmas condições, de solo com presença de camada compactada próximo à superfície do solo, com relação a aspectos de planta e de mecanização agrícola. Rodrigues (2015) conduziu trabalho de pesquisa cujo título é “Avaliação de sistemas de implantação de soja em áreas típicas de cultivo de arroz irrigado”. O trabalho foi realizado em área que estava sendo cultivada com arroz irrigado e em área que estava sob uso com pecuária de corte. Os mecanismos da semeadora foram disco duplo, disco ondulado, haste sulcadora, semeadora camalhoneira e

MARCHESAN, E. Desenvolvimento de tecnologias para cultivo de soja em terras baixas. **RECoDAF – Revista Eletrônica Competências Digitais para Agricultura Familiar**, Tupã, v. 2, n. 1, p. 4-19, jan./jun. 2016. ISSN: 2448-0452

área que havia sido escarificada. Foram avaliados diversos aspectos relacionados ao desempenho de máquinas agrícolas e as principais conclusões foram: a escarificação da área anterior à semeadura permite reduzir os valores do índice de cone em torno de 80% até 15 cm de profundidade nos dois tipos de solo avaliados; o consumo de combustível é afetado pela profundidade de atuação dos mecanismos sulcadores e tipo de solo; o patinamento foi o principal fator de alteração da velocidade de deslocamento e capacidade de campo efetiva do conjunto trator semeadora entre os dois tipos de solo; a semeadora camalhoneira apresenta vantagem na redução de custos de semeadura de soja, porém trabalha a profundidades menores dos sulcadores; os custos com combustível, considerando os valores atuais, na semeadura de soja utilizando diferentes mecanismos de abertura de sulco e o sistema de microcamalhão, representam menos do valor de uma saca de soja por hectare semeado. Nesse mesmo experimento foram também avaliados diversos parâmetros relacionados à planta de soja, comparando os mecanismos e identificando oportunidade de uso de cada um deles, como instrumento para auxiliar na tomada de decisão.

Sartori et al. (2015), em trabalho de dois anos, concluíram que o uso de sistema de escarificação do solo e a haste sulcadora, na semeadura, proporcionam maior rendimento de grãos de soja, em áreas que apresentam camada compactada próximo à superfície do solo. Em relação à irrigação, concluíram que a irrigação suplementar por faixas, realizada em condições de umidade do solo abaixo de 60% da capacidade de campo, resulta em acréscimo de rendimento de grãos de soja. Tentando explicar esta resposta, Sartori et al. (2016a) identificaram que os manejos com haste sulcadora e escarificação do solo proporcionaram maior crescimento e desenvolvimento de raízes de soja e maior distribuição em profundidade. Concluíram também que a irrigação suplementar de 55mm no estágio de quatro trifólios desenvolvidos em plantas de soja proporcionou aumento da área superficial e do volume de raízes da soja, auxiliando a explicar o maior rendimento de grãos de soja nestes manejos. Ainda no mesmo trabalho realizado por Sartori et al. (2016c), sobre o efeito dos diferentes sistemas de preparo do solo nas mudanças na camada superficial do solo, a conclusão é que o

MARCHESAN, E. Desenvolvimento de tecnologias para cultivo de soja em terras baixas. **RECoDAF – Revista Eletrônica Competências Digitais para Agricultura Familiar**, Tupã, v. 2, n. 1, p. 4-19, jan./jun. 2016. ISSN: 2448-0452

sistema de preparo do solo com o uso de disco duplo e disco ondulado mostraram o menor efeito na densidade do solo na linha de semeadura de soja. O manejo com escarificação do solo, micro camalhão e haste sulcadora reduz a densidade do solo na linha de semeadura, aumentando a porosidade total, a macroporosidade e o rendimento de grãos de soja. Os autores concluíram também que a escarificação e a haste sulcadora aumenta a taxa de infiltração e o armazenamento de água no solo.

Tentando identificar outros efeitos dos diferentes sistemas de preparo do solo e de semeadura na planta de soja, Sartori et al (2016b) analisaram o teor de nutrientes no tecido das plantas na fase de florescimento e concluíram que, num dos anos, as plantas dos tratamentos com haste sulcadora e da área escarificada continham maior teor de nitrogênio, fósforo, potássio cálcio, magnésio e enxofre, quando comparado às áreas semeadas com disco duplo. No segundo ano, embora não tenha havido diferença significativa para alguns nutrientes, em números absolutos, o conteúdo na planta também foi maior para os mesmos tratamentos.

Visando identificar o efeito da profundidade de mobilização do solo por meio apenas de mecanismos da semeadora, SCHÜTZ et al (2016), avaliaram o efeito de haste sucadora a 17cm, haste sulcadora a 13cm, disco duplo a 7cm e microcamalhão com haste sulcadora a 13cm em soja em área de terras baixas com camada compactada próximo a 10cm da superfície do solo. Os resultados permitiram observar maior produtividade da soja nos mecanismos que trabalhavam a maiores profundidades e no microcamalhão. Esta resposta se explica pelo maior acúmulo de massa seca da parte aérea e das raízes nestes tratamentos, bem como de nitrogênio e cálcio, além de maior índice de área foliar.

Em trabalho realizado por Müller (2015), teve como um dos objetivos identificar como ocorria a ocupação dos espaços porosos do solo por água e ar durante o ciclo de cultivo da soja. Para isso, comparou combinações de semeadura de soja em área escarificada, com microcamalhão e semeadura direta em área com camada compactada próximo da superfície

do solo. O autor concluiu que embora os índices de deficiência hídrica e por oxigênio não tenham sido alterados exatamente da maneira que foi proposto nas hipóteses em todas as camadas, de maneira geral a escarificação diminuiu a chance de ocorrência de deficiência por oxigênio, mas aumentou a chance de ocorrência de deficiência hídrica. Ambos os efeitos foram condicionados pela profundidade de lençol freático.

O autor conclui ainda que a escarificação aumenta significativamente a produtividade da soja em solo de várzea e o uso de camalhão combinado com escarificação não é uma alternativa vantajosa, mas seu uso no plantio direto aumenta a produtividade da soja. Contudo, a combinação de escarificação com camalhão ou a combinação de plantio direto com camalhão altera de forma não muito clara os indicadores de estresse hídrico e por deficiência de oxigênio, em relação à escarificação e plantio direto sem camalhão.

Em trabalho cujo objetivo era identificar a resposta da soja à irrigação em sistemas de implantação da cultura, Cassol et al. (2016a), concluíram que a irrigação aumentou o número de nódulos por planta, teor de ureídios e nitrato e o rendimento de grãos de soja em áreas de arroz irrigado independente do sistema de implantação utilizado. O sistema com camalhão proporcionou menor uso de água e maior rendimento de grãos de soja quando comparado ao sistema sem camalhão. Estes resultados evidenciam que a adoção de camalhões e de irrigação podem beneficiar a produção de soja em áreas de rotação com o arroz irrigado. Os autores citam ainda que em relação aos sistemas de implantação, a utilização de camalhões proporcionou incremento de aproximadamente 10% no rendimento de grãos quando comparado ao sistema sem a utilização de camalhões. Esta diferença pode estar relacionada, principalmente, com as melhorias na drenagem de superfície da área durante a fase inicial de crescimento e desenvolvimento da soja, uma vez que este período coincidiu com as maiores frequências e volumes de precipitações. Além da diferença entre os sistemas de implantação, as irrigações durante o ciclo da cultura elevaram em média 5% o rendimento de grãos de soja de ambos os sistemas em comparação a áreas sem irrigação. Dessa forma, estes resultados

evidenciam a importância da drenagem durante a fase inicial da cultura e, também, da irrigação em períodos de deficiência hídrica, para a manutenção da fixação biológica de nitrogênio e, conseqüentemente, expressão do potencial produtivo da soja em áreas de arroz.

4 SISTEMAS DE IMPLANTAÇÃO EM ÁREAS COM PLANTAS DE COBERTURA DO SOLO

Os trabalhos de pesquisa apresentados até aqui comprovam que quando há a presença de camada compactada próximo à superfície do solo, o uso de sistemas de implantação que promovam melhoria para o ambiente radicular e a nodulação da planta de soja, bem como a irrigação em períodos de deficiência hídrica, refletem-se em maior rendimento de grãos. Mas, estes trabalhos foram feitos sem a presença de plantas de cobertura. Era preciso começar a identificar a resposta da soja com plantas de cobertura durante o período de inverno (entressafra de arroz e soja) por dois motivos principais: realizar uma agricultura mais conservacionista e reduzir custos através da menor mobilização do solo. Em ambiente de terras baixas poucas espécies se adaptam devido ao encharcamento do solo por períodos prolongados; por isso trabalhou-se com azevém, planta melhor adaptada a este ambiente.

Com o objetivo de determinar a influência de épocas de dessecação e da quantidade de palha de azevém em atributos físicos do solo e no comportamento agrônômico da soja em área de arroz, Trevisiol et al (2016) conduziu trabalho, implantado em área com camalhões cultivados com soja no ano anterior e reaproveitados, portanto, simulando uma semeadura direta sobre resteva de azevém cultivado na entressafra de soja. Entre os resultados, o autor destaca que a época de dessecação do azevém e conseqüentemente, a quantidade de palha no solo dentro dos níveis obtidos neste trabalho, não influenciam o rendimento de grãos da soja em área de arroz. No entanto, dessecações com intervalos entre aplicação de herbicida e semeadura da soja inferiores à 50 dias, ou que proporcionem mais que 1000 kg ha⁻¹ de palha remanescente na superfície do solo, aumentam significativamente a umidade do solo no momento de implantação da cultura em área de arroz. Este aumento de umidade pode reduzir

consideravelmente o intervalo disponível para efetuar as operações de semeadura da soja e demais tratamentos culturais em área de arroz.

A densidade do solo e a porosidade total não são influenciadas pela época de dessecação do azevém, porém, a resistência mecânica do solo à penetração e a porcentagem de espaço aéreo diminuem com o aumento da quantidade de palha no momento de semeadura da cultura.

Maiores quantidades de palha reduzem a oscilação térmica e mantêm a umidade do solo com potencial de beneficiar o desenvolvimento de nódulos na soja, principalmente no período inicial de desenvolvimento da cultura.

Como ainda tem-se pouca experiência de cultivo de soja em áreas de várzea, com presença de plantas de cobertura, em sistema de semeadura direta, ressalta-se, a necessidade de repetir este trabalho e também de realizarem-se experimentos em outros locais, com condições edafoclimáticas distintas, para a consolidação destes resultados.

Continuando nesta linha de pesquisa, Donatto et al. (2016) avaliaram o efeito de diferentes épocas de confecção de microcamalhão com e sem a cobertura de palha de azevém no desempenho agrônomico de plantas de soja em área de várzea sistematizada. Entre os resultados, os autores relatam que o sistema de semeadura com camalhão preparado no mês de abril (outono), juntamente com o sistema de camalhão realizado no momento da semeadura, resultaram em melhor desenvolvimento e produtividade de grãos de soja em área de várzea comparados ao sistema sem a utilização de camalhões. Com relação à presença de palha de azevém, os resultados mostram que não houve diferença para as avaliações de massa seca de raízes, da parte aérea, de nódulos e também de rendimento de grãos, em relação à área com e sem azevém.

5 MANUTENÇÃO DAS MELHORIAS DA PARTE FÍSICA DO SOLO

Há que se considerar que os custos operacionais são diferentes dependendo do

mecanismo da semeadora utilizado e também em relação à escarificação do solo. Nesse sentido, Vizzotto (2014) e Rodrigues (2015) relatam que o uso de disco duplo na semeadora reduz em cerca de 50% o consumo de combustível, quando comparado ao uso de haste sulcadora. Assim, é interessante conhecer se, pelo menos parte, dos defeitos produzidos no solo permanecem para um cultivo seguinte. Isto pode ter implicações desde a escolha do cultivo realizado na sequência, assim como um possível aproveitamento das melhorias para um segundo cultivo de soja na safra seguinte. Em trabalho de Marchesan et al. (2016), relatam que as melhorias de estrutura do solo associadas à escarificação permanecem, em parte, no segundo ano de cultivo da soja com cultivo de azevém na entressafra, refletindo-se positivamente no rendimento de grãos de soja. A produção de massas seca de azevém, cultivado entre os dois cultivos de soja também foi maior na área que estava escarificada quando comparado à área não escarificada. Nesta linha, trabalho de Fin (2016), relata que parte das alterações os atributos físicos do solo em Planossolos, como densidade, porosidade total e resistência à penetração, após a escarificação mecânica, são perceptíveis por no mínimo 12 meses. O autor conclui que os benefícios advindos da escarificação para o rendimento de grãos, permanecem por mais de uma safra, ao mesmo tempo que as plantas de cobertura cultivadas na entressafra como azevém, trigo e aveia, não interferem na manutenção dos atributos físicos do solo e no rendimento de grãos de soja.

Pelos relatos desprende-se que a questão da presença de plantas de cobertura durante o inverno, precisa ser melhor entendida em seus diversos aspectos. Dentre os principais pode-se citar a influência que tem sobre a época de semeadura do cultivo seguinte, a quantidade de palha, que depende inclusive do regime de chuvas do ano. A escolha da espécie, o manejo e seu uso neste período, bem como a ciclagem de nutrientes, o controle de plantas daninhas, também são aspectos que precisam ser pesquisados. Tentar interpretar a resposta dos fatores, de forma integrada é um grande desafio, na tentativa de identificar manejos dos cultivos numa perspectiva de sistema de produção.

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os resultados demonstram que o cultivo de soja em ambiente de terras baixas auxilia na sustentabilidade do sistema de utilização das áreas. O manejo de plantas daninhas fica facilitado pelo uso de herbicidas com outros mecanismos de ação, dificultando o surgimento de plantas daninhas resistentes a determinados grupos químicos. A possibilidade de rotação de culturas com a soja amplia o uso das áreas, predominantemente utilizadas apenas com arroz, podendo se refletir positivamente na produtividade do arroz. A possibilidade de irrigação da soja é outra facilidade encontrada pela disponibilidade de água e a infraestrutura já estar organizada para o arroz.

No entanto, uma das dificuldades do cultivo de soja em ambientes de terras baixas é o excesso de água no solo em diversos períodos do ano. Características da formação dos solos associado ao manejo dado ao arroz, além da localização geográfica oferecem graus variados de riscos, dependendo do ano. Por isso, é fundamental identificar se há este tipo de restrição e a partir daí decidir sobre quais as melhores práticas a adotar. Como premissa pode-se dizer que a drenagem da área é fundamental para minimizar estresses da planta de soja. Por outro lado, a irrigação é uma prática fundamental em muitas regiões e/anos, devendo estar contemplada no planejamento para lavoura de elevada produtividade. A organização da área auxilia muito manejar a área de forma a potencializar seu uso para diversos cultivos. No tocante ao estudo do cultivo da soja, os trabalhos desta linha de pesquisa objetivaram identificar o efeito de diferentes manejos do solo como escarificação e mecanismos da semeadora no desempenho da planta de soja e como afetam o ambiente para o crescimento de raízes e de nodulação. Em áreas com camada compactada próximo à superfície do solo as plantas respondem positivamente às melhorias promovidas no solo, através de maior crescimento de raízes, nodulação, parte aérea, absorção de nutrientes e rendimento de grãos. Há necessidade também de se pesquisar e utilizar manejos mais conservacionistas, com menor mobilização e proteção do solo, que se constitui noutro desafio, devido a falta de informação de custos, da

quantidade de palha, de espécies adaptadas, e o manejo dessa palhada, dentre outros fatores.

REFERÊNCIAS

CASSOL, G. V. et al. **Sistemas de implantação e irrigação para o cultivo da soja em áreas de arroz.** Anais do IX Congresso Brasileiro de Arroz Irrigado. **Anais...** In: IX CONGRESSO BRASILEIRO DE ARROZ IRRIGADO. Pelotas: Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária, 2015

DONATO, G.; MARCHESAN, E. **Época de confecção de microcamalhões associado ao manejo do azevém na entressafra no desempenho agrônômico de soja em áreas de arroz.** Anais da 31ª Jornada Acadêmica Integrada. **Anais...** In: 31ª JORNADA ACADÊMICA INTEGRADA. Santa Maria: Universidade Federal de Santa Maria, 2016

FIN, S.; MARCHESAN, E. Persistência de alterações em propriedades físicas de um Planossolo decorrentes de sistemas de implantação associados a plantas de cobertura no inverno. **Prelo**, 2016.

GOMES, A. DA S.; PAULETTO, E. A. **Manejo do solo e da água em áreas de várzea.** [s.l.] Embrapa Clima Temperado, 2001.

MARCHESAN, E. **Desafios e perspectivas de rotação e/ou sucessão de soja em áreas de arroz.** Anais do VII Congresso Brasileiro de Arroz Irrigado. **Anais...** In: VII CONGRESSO BRASILEIRO DE ARROZ IRRIGADO. Santa Maria: Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária, 2013aDisponível em: <<http://www.cbai2013.com.br/cdonline/>>. Acesso em: 1 jan. 2016

MARCHESAN, E. **Subsolagem, aplicação de gesso agrícola e de enxofre elementar em soja em área de várzea.** Anais do VII Congresso Brasileiro de Arroz Irrigado. **Anais...** In: VII CONGRESSO BRASILEIRO DE ARROZ IRRIGADO. Santa Maria: Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária, 2013bDisponível em: <<http://www.cbai2013.com.br/cdonline/>>. Acesso em: 1 jan. 2016

MARCHESAN, E. Manejo do solo e aplicação de gesso agrícola em Planossolo para o cultivo de soja. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. Prelo, 2016.

MÜLLER, E. A. **Capacidade de preparos de solo reduzirem limitações físicas naturais de áreas de várzea para o cultivo de soja.** Dissertação—Santa Maria: Universidade Federal de Santa Maria, 2015.

RODRIGUES, F. A. **Avaliação de sistemas de implantação de soja em áreas típicas de cultivo de arroz irrigado.** Dissertação—Santa Maria: Universidade Federal de Santa Maria, 2015.

SARTORI, G. M. S. et al. Rendimento de grãos de soja em função de sistemas de plantio e

MARCHESAN, E. Desenvolvimento de tecnologias para cultivo de soja em terras baixas. **RECoDAF – Revista Eletrônica Competências Digitais para Agricultura Familiar**, Tupã, v. 2, n. 1, p. 4-19, jan./jun. 2016. ISSN: 2448-0452

irrigação por superfície em Planossolos. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 50, n. 12, p. 1139–1149, dez. 2015.

SARTORI, G. M. S. et al. Soybean Tillage Systems and Physical Changes in Surface Layers of Two Albaqualf Soils. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 40, 2016a.

SARTORI, G. M. S. et al. Sistemas de preparo do solo e de semeadura no rendimento de grãos de soja em área de várzea. **Ciência Rural**, v. 46, n. 3, p. 492–498, mar. 2016b.

SARTORI, G. M. S. et al. *Growth and development of soybean roots according to planting management systems and irrigation in lowland areas*. **Ciência Rural**, v. 46, n. 9, p. 1572–1578, set. 2016c.

SCHÜTZ, R. P.; MARCHESAN, E. **Mecanismos sulcadores na semeadora para implantação de soja em área de várzea compactada**. Anais da 31ª Jornada Acadêmica Integrada. **Anais...** In: 31ª JORNADA ACADÊMICA INTEGRADA. Santa Maria: Universidade Federal de Santa Maria, 2016

TRIVISOL, V.; MARCHESAN, E. **Influência da época de dessecação e da quantidade de palha de azevém em atributos físicos do solo e no comportamento agrônômico da soja em área de arroz**. Anais do 4º Salão de Iniciação Científica e Desenvolvimento Tecnológico. **Anais...** In: 4º SALÃO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA E DESENVOLVIMENTO TECNOLÓGICO. Cachoeirinha: 2015.

VIZZOTTO, V. R. **Desempenho de mecanismos sulcadores em semeadora-adubadora sobre os atributos físicos do solo em várzea no comportamento da cultura da soja (Glycine Max L)**. Santa Maria: Universidade Federal de Santa Maria, 2014.