

**UNIVERSIDADE FEDERAL DA FRONTEIRA SUL**

**CAMPUS CERRO LARGO**

**CURSO DE AGRONOMIA**

**CHRISTIAN SCHARDONG**

**VARIABILIDADE HORIZONTAL DA DEPOSIÇÃO DE RESÍDUOS PÓS-  
COLHEITA DE SOJA E SUA INFLUÊNCIA NA CICLAGEM DE FÓSFORO E  
POTÁSSIO**

**CERRO LARGO**

**2021**

**CHRISTIAN SCHARDONG**

**VARIABILIDADE HORIZONTAL DA DEPOSIÇÃO DE RESÍDUOS PÓS-  
COLHEITA DE SOJA E SUA INFLUÊNCIA NA CICLAGEM DE FÓSFORO E  
POTÁSSIO**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao curso de  
Agronomia da Universidade Federal da Fronteira Sul *Campus*  
Cerro Largo como requisito para obtenção do título de bacharel  
em Agronomia.

Orientador: Prof. Dr. Renan Costa Beber Vieira

CERRO LARGO

2021

### **Bibliotecas da Universidade Federal da Fronteira Sul - UFFS**

Schardong, Christian

Variabilidade horizontal da deposição de resíduos pós-colheita de soja e sua influência na ciclagem de fósforo e potássio / Christian Schardong. -- 2021. 36 f.:il.

Orientador: Dr. Renan Costa Beber Vieira

Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) - Universidade Federal da Fronteira Sul, Curso de Bacharelado em Agronomia, Cerro Largo, RS, 2021.

1. Resíduo vegetal. 2. Variabilidade espacial. 3. Reciclagem de nutrientes. 4. Glycine max. 5. Colhedora de grãos. I. Vieira, Renan Costa Beber, orient. II. Universidade Federal da Fronteira Sul. III. Título.

Elaborada pelo sistema de Geração Automática de Ficha de Identificação da Obra pela UFFS com os dados fornecidos pelo(a) autor(a).

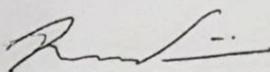
**CHRISTIAN SCHARDONG**

**VARIABILIDADE HORIZONTAL DA DEPOSIÇÃO DE RESÍDUOS PÓS-  
COLHEITA DE SOJA E SUA INFLUÊNCIA NA CICLAGEM DE FÓSFORO E  
POTÁSSIO**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao curso  
de Agronomia da Universidade Federal da Fronteira Sul  
*Campus Cerro Largo* como requisito para obtenção do  
título de bacharel em Agronomia

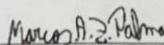
Este trabalho de conclusão foi defendido e aprovado pela banca em: 13/05/2021.

BANCA EXAMINADORA



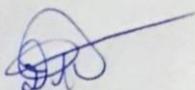
Prof. Dr. Renan Costa Beber Vieira – UFFS

Orientador



Prof. Dr. Marcos Antonio Zambillo Palma – UFFS

Avaliador



Prof. Dr. Daniel Hanke – UNIPAMPA

Avaliador

## RESUMO

O Brasil figura como destaque mundial na produção e exportação de soja. Além disso, o país detém este protagonismo com elevada sustentabilidade ambiental na produção, através de práticas como o Sistema Plantio Direto, onde a distribuição dos resíduos vegetais desempenha elevada influência sobre a ciclagem uniforme de nutrientes como fósforo e potássio para o solo. Este estudo teve como objetivo avaliar e quantificar a variabilidade horizontal da deposição de resíduos pós-colheita de soja, verificando a influência deste fenômeno sobre a ciclagem e disponibilidade dos nutrientes fósforo e potássio no solo, investigando os reflexos desta variabilidade sobre a produção de biomassa da cultura sucessora do nabo-forrageiro. Para tanto, foi implantado durante o ano agrícola 2019/2020 um experimento em uma lavoura comercial de soja localizada no município de Cândido Godói – RS, onde após a colheita foram dispostos 4 pontos sequenciais de coleta em sentido transversal ao deslocamento da colhedora, denominados tratamentos T1: alocado na faixa correspondente ao centro da passagem da colhedora, T2: disposto na faixa adjacente à lateral esquerda da passagem da colhedora, T3: designado na faixa entrecortadas da plataforma da colhedora, e T4: alocado na faixa correspondente à lateral direita da passagem da colhedora, os quais foram submetidos à 10 repetições, totalizando 40 pontos de coleta de resíduos pós-colheita de soja e 40 coletas de massa fresca de nabo-forrageiro, sendo ambos materiais vegetais submetidos a quantificação de massa de matéria-seca. Os valores de matéria-seca foram submetidos à análise de variância e as médias comparadas entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade. A deposição de resíduos pós-colheita de soja apresentou variabilidade horizontal, com maior aporte de matéria-seca na faixa central de passagem da colhedora. Esta má-distribuição de resíduos ocasionou desuniformidade no aporte de fósforo e potássio ao solo nas diferentes faixas de deposição, sendo que a produção de biomassa do nabo-forrageiro implantado na sequência apresentou correlação positiva com o resíduo, entretanto não foi significativamente influenciada pela variabilidade de deposição de resíduos.

Palavras-chave: Resíduo vegetal. Variabilidade espacial. Reciclagem de nutrientes. *Glycine max*. Colhedora de grãos.

## ABSTRACT

Brazil is a world leader in the production and export of soybeans. In addition, the country holds this role with high environmental sustainability in production, through practices such as the No-Till System, where the distribution of plant residues plays a major role in the uniform cycling of nutrients such as phosphorus and potassium into the soil. This study aimed to evaluate and quantify the horizontal variability of post-harvest soybean deposition, verifying the influence of this phenomenon on the cycling and availability of phosphorus and potassium nutrients in the soil, investigating the effects of this variability on the biomass production of the successor crop of forage turnip. For this purpose, an experiment was implemented during the 2019/2020 agricultural year in a commercial soybean crop located in the municipality of Cândido Godói - RS, where after the harvest 4 sequential collection points were arranged across the direction of the harvester displacement, called treatments T1: allocated in the strip corresponding to the center of the harvester passage, T2: arranged in the strip adjacent to the left side of the harvester passage, T3: designated in the strip between crossings of the harvester platform, and T4: allocated in the strip corresponding to the right side of the passage of the harvester, which were subjected to 10 replications, totaling 40 points of collection of post-harvest soybean residues and 40 collections of fresh forage turnip mass, both of which were vegetable materials subjected to dry matter mass quantification. The data referring to nutrients were obtained from the consulted literature. The dry matter values were subjected to analysis of variance and the averages compared to each other by the Tukey test at the level of 5% probability. The deposition of post-harvest soybean residues showed horizontal variability, with a greater amount of dry matter in the central passage of the harvester. This poor distribution of waste caused unevenness in the supply of phosphorus and potassium to the soil in the different deposition ranges, and the production of turnip biomass implanted in the sequence presented a positive correlation with the residue, however it was not significantly influenced by the variability of deposition of waste.

Keywords: Vegetable residue. Spatial variability. Nutrient recycling. *Glycine max.* Grain harvester.

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO .....</b>	<b>7</b>
<b>2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA .....</b>	<b>9</b>
2.1 RESÍDUOS DE SOJA .....	9
2.2 DISTRIBUIÇÃO DE PALHA.....	10
2.3 VARIABILIDADE DA FERTILIDADE DO SOLO .....	11
2.4 RECICLAGEM DE NUTRIENTES .....	13
2.5 PLANTAS DE COBERTURA.....	14
2.6 FÓSFORO E POTÁSSIO .....	16
<b>3 METODOLOGIA.....</b>	<b>19</b>
<b>4 RESULTADOS E DISCUSSÃO .....</b>	<b>22</b>
<b>REFERÊNCIAS .....</b>	<b>31</b>

## 1 INTRODUÇÃO

A cultura da soja (*Glycine max* [L.] Merrill) é atualmente a de maior importância no âmbito agrícola brasileiro, ocupando uma área de 36.847.000 hectares no ano agrícola 2019/2020 segundo a CONAB (2020). Seu cultivo ocorre majoritariamente sob Sistema Plantio Direto, em que os restos culturais pós-colheita devem permanecer sob a superfície do solo sem revolvimento, preconizando-se sua uniforme distribuição.

A colheita da soja no contexto atual ocorre em sua grande maioria através do uso de colhedoras autopropelidas, que além de realizarem a debulha e separação dos grãos e da palha, são responsáveis pela distribuição dos resíduos vegetais. No entanto, em ampla maioria das unidades produtoras de soja, são observadas algumas dificuldades no processo de distribuição dos resíduos pós-colheita, ocasionando faixas de distribuição concentrada de palha, em contraste com faixas com pouca ou nenhuma deposição de resíduos culturais (KAJIYAMA *et al.*, 2015).

Conseqüentemente, se observa nestas áreas problemas com elevada incidência de plantas daninhas nas faixas com menos palha, dificuldades no momento da semeadura direta da cultura seguinte - devido à ocorrência de embuchamentos na semeadora e dificuldades de regulagem precisa da mesma ocasionada pela desuniformidade de condições de palha e umidade do solo. Alia-se ao exposto, o fato de que na maior parte das unidades de produção em que não ocorre a implantação de um segundo cultivo (safrinha) imediatamente após a colheita da soja, o solo permanece em pousio até a semeadura da cultura de inverno, prejudicando a ciclagem dos nutrientes da palhada da cultura da soja e abrindo espaço para a perda de nutrientes por lixiviação e escoamento superficial.

Em um cenário de aplicação crescente de tecnologias modernas de georreferenciamento e gestão minuciosa dos atributos de fertilidade do solo (MOLIN; AMARAL; COLAÇO, 2015), a distribuição uniforme dos resíduos pós-colheita torna-se fator primordial a ser considerado no manejo agrônômico da produção, dada a relevância da palha na ciclagem e disponibilização de nutrientes essenciais ao desenvolvimento vegetal (LANG, 2000; SANTI *et al.*, 2018). Nesta conjuntura, a desuniformidade de deposição de resíduos culturais pode acarretar em deficiências nutricionais às plantas cultivadas em sequência, submetendo-as a maior suscetibilidade a patógenos, pragas, plantas daninhas e condições climáticas adversas - principalmente o déficit hídrico (BISSANI *et al.*, 2008; PRIMAVERSI, 1979), tendo impacto global na fertilidade do solo e na demanda por insumos externos, com repercussão direta na

produtividade das culturas comerciais e no resultado econômico proveniente da produção agrícola.

Em um contexto de agricultura conservacionista e visando o máximo aproveitamento dos recursos naturais disponíveis para alavancar a produtividade agrícola com sustentabilidade, o presente trabalho objetiva avaliar a dimensão e as implicações da variabilidade da distribuição de resíduos pós-colheita de soja e sua influência na dinâmica da ciclagem dos nutrientes fósforo e potássio no solo, analisando a disponibilização destes para a cultura sucessora. Com isto, pretende-se contribuir para atrair a atenção dos diferentes agentes atuantes no processo agrícola, visando minimizar os problemas decorrentes da má distribuição de palha e aumentar o lastro técnico-científico para intervenções neste processo, visto que há pouca informação disponível sobre o assunto.

## 2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

### 2.1 RESÍDUOS DE SOJA

A soja (*Glycine max* [L.] Merrill) é uma planta da família das leguminosas com origens na Ásia - mais especificamente na China – cujos primeiros registros datam de mais de cinco mil anos (MUNDSTOCK; THOMAS, 2005; CESB, 2018). O principal interesse econômico no cultivo da soja se dá pela obtenção de seus grãos, que possuem altos teores de óleo e proteína, ambos de elevado valor biológico (ZANON *et al.*, 2018; CESB, 2018).

Dentre as plantas cultivadas pelo homem em áreas extensivas, a soja é o vegetal que possui os maiores teores de proteína e de óleo (40% e 20%, respectivamente), necessitando para tal adequados suprimentos de nutrientes (BORGES, 2019). No Brasil, a cultura da soja vem sendo cultivada em escala comercial a cerca de 70 anos, quando se iniciou seu cultivo na região sul do país, devido à semelhança climática com as regiões de origem das cultivares disponíveis na época (SILVA; LIMA; BATISTA, 2011). Posteriormente, a partir dos anos 1970, a região centro-oeste do Brasil protagonizou uma grandiosa expansão do cultivo da soja, inicialmente devido principalmente às condições de baixos valores para compra de terras, relevo favorável à mecanização e regime pluviométrico generoso aos cultivos de verão, entres outros, e, após a adaptação dos materiais genéticos de soja às condições edafoclimáticas do bioma cerrado, a região centro-oeste é hoje a principal produtora de soja do Brasil (BICKEL, 2004).

Durante a colheita da soja são gerados resíduos denominados de palha, visto que somente possuem valor comercial os grãos da leguminosa (SALTON; HERNANI; FONTES, 1998). A palha de soja possui teores consideráveis de nutrientes passíveis de serem agregados ao solo onde será depositado o resíduo da colheita, visto que parte dos nutrientes extraídos pela planta não são exportados pelo grão. Analisando os resíduos pós-colheita de uma lavoura de soja cuja produtividade média do talhão foi de 4 Mg ha<sup>-1</sup>, Ohlrogge; Kamprath (1968) mensuraram uma produção de 1587,6 kg ha<sup>-1</sup> de palha, que por sua vez apresentou os valores de 5,73 g kg<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> e 12,8 g kg<sup>-1</sup> de K<sub>2</sub>O. Entretanto, os resíduos pós-colheita de soja não apresentam características adequadas para cobertura de solo, em virtude da sua baixa taxa de cobertura e alta taxa de mineralização (ALVARENGA *et al.*, 2001).

O plantio direto é a modalidade de cultivo e manejo de solo mais amplamente utilizada no Brasil para a implantação de culturas anuais, a exemplo da soja, sendo observada apenas a mobilização do solo exclusivamente na linha de semeadura e manutenção de resíduos vegetais

em superfície (CUNHA; CAIERÃO; ROSA, 2016). No entanto, os mesmos autores citam que para se efetivar o Sistema Plantio Direto (SPD), visando à sustentabilidade econômica e socioambiental, são necessários - além das práticas de plantio direto - a rotação de culturas, através da diversificação de espécies vegetais; manutenção contínua de cobertura do solo; a minimização do intervalo de tempo entre a colheita e semeadura; dentre outras práticas da agricultura conservacionista, corroborando com a definição do complexo tecnológico denominado Sistema Plantio Direto por Cassol; Denardin; Kochhann (2007).

Assim, considerando a necessidade de manter os resíduos da colheita de soja em superfície, Heckler; Salton (2002) postulam que “[...] a quantidade de palha sobre o solo e a uniformidade de sua distribuição podem servir de referência ou parâmetro para uma avaliação preliminar sobre as condições nas quais o Sistema Plantio Direto está se desenvolvendo [...]”.

## 2.2 DISTRIBUIÇÃO DE PALHA

A formação de uma cobertura de solo adequada através de palha se inicia durante o processo de colheita, com a distribuição uniforme dos restos culturais (KAJIYAMA *et al.*, 2015). Devido ao processo de colheita ser totalmente mecanizado, a correta regulagem da colhedora é a principal responsável pela distribuição homogênea dos resíduos resultantes da trilha da planta de soja (CHIODEROLI *et al.*, 2012). Operações extras para manejo da palha são caras e dispendem tempo, sendo o gerenciamento da altura correta de corte da planta e posterior distribuição dos resíduos por toda a largura de corte a maneira mais prática de manejo, segundo Alberta (1999).

A funcionalidade do processo de semeadura direta sobre a palhada da cultura anterior é outro fator altamente dependente da distribuição espacial dos resíduos vegetais, visto que a deposição irregular dos mesmos acarreta em dificuldades para a regulagem dos mecanismos da máquina semeadora, principalmente devido à distribuição vertical desuniforme das sementes e fertilizantes no sulco de semeadura, além de possibilitar a ocorrência de embuchamentos, que prejudicam a qualidade do processo e afetam sobremaneira sua eficiência operacional (KAJIYAMA *et al.*, 2015).

Uma distribuição uniforme dos resíduos de colheita também se constitui em ferramenta de manejo cultural de plantas daninhas em áreas manejadas sob Sistema Plantio Direto, devido aos efeitos físicos e alelopáticos que a camada de palha depositada sobre o solo exerce sobre as

sementes das invasoras, principalmente em se tratando de espécies fotoblásticas positivas e responsivas a maiores temperaturas do solo, inibindo ou retardando a germinação das sementes e emergência das plântulas (CARAFFA *et al.*, 2019).

As colhedoras possuem diferentes opções de sistemas de gerenciamento de resíduos, podendo optar-se por espalhador de palhiço, picador de palhas e espalhador de palhas (TOLOTTI, 2018). Na concepção de Schoffel (2014, p. 53), palhiço é a definição dada à “[...] palha que sai do bandejão e das peneiras do sistema de limpeza da colhedora, e também para a casca dos legumes de soja [...]”.

De acordo com Tolotti (2018), o espalhador de palhiço poderia funcionar de dois modos, sendo o primeiro e mais usual o simples descarte do material ao solo, e o segundo o transporte para dentro do sistema picador de palha, sendo descartado juntamente com o material que é processado dentro deste sistema. Já o picador de palha tem a função de picar e espalhar - através de distribuidor dotado de aletas – toda a palha proveniente do sistema de processamento da colhedora. O espalhador de palhas recebe toda palha do sistema de processamento da máquina, além do palhiço proveniente do sistema de limpeza – nas máquinas equipadas com esta configuração.

No mercado agrícola brasileiro estão disponíveis duas configurações básicas de gerenciamento de resíduos por colhedoras de grãos, sendo que conforme Kunz (2007, p. 9) “[...] atualmente, a maioria das máquinas disponíveis do mercado possui somente o picador com aletas difusoras para distribuir a palha, sem a presença de um mecanismo distribuidor de palhas nas peneiras [...]”. Já a outra configuração disponível conjuga o picador de palhas com um espalhador rotativo, fazendo a distribuição e espalhamento tanto da palha como do palhiço. Uma grande parcela dos usuários de colhedoras agrícolas não consegue obter distribuições uniformes de resíduos de colheita, fato este que para Kajiyama *et al.* (2015) ocorre pela não obtenção de uma regulação ideal devido à ineficiência dos sistemas de distribuição das máquinas.

### 2.3 VARIABILIDADE DA FERTILIDADE DO SOLO

A desuniformidade dos atributos de fertilidade do solo em áreas de lavouras não é preocupação recente de agricultores e pesquisadores. Segundo Molin; Amaral; Colaço (2015), pesquisadores da área de solos da Universidade de Minnesota nos EUA já reuniam-se desde o

século XX visando tratar da variabilidade espacial das lavouras ocasionadas pela própria pedogênese dos solos, ou mesmo por interferências antrópicas. Entretanto, atualmente a variabilidade da fertilidade ainda é fato desconhecido de muitos agentes do meio agrícola, visto que de acordo com Bernardi *et al.* (2014) a percepção da existência de distintos níveis de atributos da fertilidade - devido a fatores relacionados ao relevo, solos, cobertura vegetal e uso anterior da área – evolui de forma gradual no setor agropecuário.

Apesar do manejo do solo agrícola sob Sistema Plantio Direto ser mais conservacionista e apresentar melhores índices produtivos, Bissani *et al.* (2008, p. 268) observam que “[...] a variação espacial das características físicas, químicas e biológicas do solo no sistema plantio direto, é maior do que no solo em preparo convencional [...]”, o que acarreta em diferentes produtividades dos cultivos em subáreas dentro de uma mesma lavoura (AMADO *et al.*, 2007).

Uma das ferramentas mais utilizadas para manejos com vistas à correção da variabilidade em solos agricultáveis é a denominada Agricultura de Precisão, que na definição de CESB (2018, p. 84). “[...] é um conjunto de tecnologias que permite o enfoque global da produção agrícola, unindo a necessidade de obter alta produtividade à manutenção da qualidade do produto e o retorno econômico [...]”, em observância à minimização de consequências negativas à esfera socioambiental do ambiente produtivo.

A principal estratégia de intervenção agronômica adotada por esta técnica é o georreferenciamento da variabilidade espacial da lavoura, utilizando-se deste levantamento para a aplicação de insumos em menor ou maior taxa em determinadas zonas dentro do talhão definido, culminando na racionalização da utilização de insumos e conseqüentemente maior eficiência econômica na operação (MOLIN; AMARAL; COLAÇO, 2015).

Na contemporaneidade, o conceito de variabilidade em áreas de cultivos sob Sistema Plantio Direto “[...] tem se limitado a parâmetros de produtividade de grãos, de fertilidade ou física do solo [...]” de acordo com SANTI *et al.* (2018, p.35). No entanto, a distribuição desuniforme de resíduos de colheita também se constitui em fator de variabilidade importante em um cenário de manejo racional, economicamente viável e sustentável, visto que abre lacunas para germinação de plantas daninhas; diminuição de infiltração de água pluvial, podendo acarretar em escoamento superficial e erosão; além de incrementar os níveis de matéria orgânica, estrutura do solo e nutrientes de maneira desuniforme (GREEN, 1999), tendo maior impacto sobre o fósforo e o potássio ciclados da massa de resíduos (SANTI *et al.*, 2018).

No estado do Rio Grande do Sul, a produtividade média da soja no ano de 2018 foi de 3104 kg ha<sup>-1</sup> segundo a EMATER/RS-ASCAR (2020). Neste caso, o impacto de uma variação na deposição de resíduos culturais desta soja na ordem de 90% do total de resíduos nas faixas de maior concentração de palha e o restante nas faixas de menor deposição, seria equivalente ao suprimento de 42 kg ha<sup>-1</sup> do fertilizante mineral Super Fosfato Simples (15% de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>) e 24,5 kg ha<sup>-1</sup> do fertilizante mineral Cloreto de Potássio (58% de K<sub>2</sub>O) nas faixas de maior concentração de resíduos, contrastando com 4,6 kg ha<sup>-1</sup> e 2,7 kg ha<sup>-1</sup> de Super Fosfato Simples e Cloreto de Potássio, respectivamente, nas faixas onde a deposição de resíduos de colheita de soja for menor. (OHLROGGE; KAMPRATH, 1968; SOCIEDADE BRASILEIRA DE CIÊNCIA DO SOLO, 2016). Visto isso, evidencia-se o potencial de geração de variabilidade de teores de nutrientes pela distribuição desuniforme de resíduos pós-colheita de soja

#### 2.4 RECICLAGEM DE NUTRIENTES

A deposição de resíduos vegetais na superfície do solo é uma característica marcante do Sistema Plantio Direto. Durante seu desenvolvimento, as plantas cultivadas absorvem nutrientes do solo, incorporam-nos à sua estrutura vegetal, sendo que parte destes é exportada pela colheita, e parte permanece em seus resíduos (FAQUIN, 2005). A partir do processo de mineralização dos resíduos, ocorre a reciclagem dos nutrientes, tornando-os novamente disponíveis para um novo ciclo de desenvolvimento vegetal (INSTITUTO DA POTASSA & FOSFATO, 1998; FERREIRA; SCHWARZ; STRECK, 2000).

Para Lang (2000), a utilização de resíduos de pós-colheita para cobertura do solo aumenta a disponibilidade de nutrientes em formas mais facilmente assimiláveis pela planta, visto que de acordo com van Raij (2011), podem ocorrer reações de adsorção, oxirredução, erosão, lixiviação entre outros fenômenos que podem afetar negativamente a disposição dos nutrientes para a absorção pelos vegetais.

Na visão de Ferreira; Schwarz; Streck (2000, p. 23), a reciclagem de nutrientes ocorre pelo fato de as raízes profundas de algumas plantas cultivadas - essencialmente as plantas utilizadas para cobertura de solo – possuírem a capacidade de absorver nutrientes das camadas subsuperficiais do solo, convertendo-os em material orgânico, que será depositado na superfície do solo, além de evitar a perda de nutrientes por lixiviação ou escoamento superficial (BISSANI *et al.*, 2008).

Nesta mesma linha, Séguy & Bounizac (1995 *apud* ALVARENGA *et al.* 2001, p. 26) ao se referirem à reciclagem de nutrientes, mencionam a palha como sendo uma bomba recicladora de nutrientes, resumindo o processo da seguinte forma:

o que se tentou fazer é reproduzir na agricultura o equilíbrio dinâmico que a natureza faz na Floresta Amazônica. Na superfície do solo, a decomposição da matéria orgânica da liteira funciona como uma válvula, liberando gradativamente os nutrientes. Esse fenômeno é o mesmo que acontece em plantio direto, na palhada de plantas como o sorgo, milho e milheto, que têm um enraizamento muito profundo, reciclador e reestruturador do solo. Essa fitomassa vai-se decompor durante o ciclo da soja plantada em seguida, liberando gradativamente os nutrientes para a cultura.

## 2.5 PLANTAS DE COBERTURA

Visando o adequado aproveitamento das vantagens da adequada distribuição de palha sob Sistema Plantio Direto, torna-se necessário efetivar uma premissa deste sistema que é negligenciada na maior parte das propriedades agrícolas. A manutenção do solo coberto continuamente com plantas vivas, com minimização do espaço de tempo entre a colheita de uma cultura e a implantação da próxima deve ser praticada através da utilização de plantas de cobertura entre os intervalos das culturas comerciais (DENARDIN *et al.*, 2011).

As plantas de cobertura de solo são vegetais implantados com o objetivo de proporcionar melhorias ao sistema produtivo agrícola, sendo que, além de revestir a superfície do solo e protegê-lo da ação dos agentes climáticos erosivos e da lixiviação de nutrientes, as plantas de cobertura de solo têm como função adicionar biomassa – tanto de parte aérea como radicular – ao sistema de cultivo, em especial em manejos conservacionistas, como é o caso do Sistema Plantio Direto (EMBRAPA, 2017). Para Alvarenga *et al.* (2001), os resíduos pós-colheita de cultivos comerciais aliados à biomassa formada por plantas de cobertura, proporcionam excelentes condições ao desenvolvimento vegetal, mantendo ou elevando a estabilidade do sistema produtivo agropecuário (ANGELETTI *et al.*, 2018).

Portanto, se faz necessário selecionar as espécies de plantas de cobertura mais adaptadas ao local, com alta produção de biomassa de parte aérea, rápido estabelecimento, resistentes a pragas e doenças, com ciclo compatível ao da entressafra das culturas comerciais e com sistema radicular profundo, visando o rompimento de camadas adensadas do solo, facilidade de produção de sementes e efeito alelopático e/ou supressivo em relação às demais plantas, que

não as cultivadas comercialmente (GONÇALVES *et al.*, 2007; FERREIRA; SCHWARZ; STRECK, 2000; PRIMAVERESI, 1979).

Os atributos das plantas de cobertura na dinâmica da fertilidade do solo são variados, no entanto pode-se destacar a capacidade destas em reciclar nutrientes e também auxiliar na diminuição de perdas de nutrientes por lixiviação e escoamento superficial, gerando melhorias na disponibilidade de fósforo e potássio, a médio prazo (BISSANI *et al.*, 2008) e contribuindo para o uso destes elementos pela cultura implantada em sequência (PEREIRA *et al.*, 2017). Para Primavesi (1979), as culturas de cobertura também mobilizam nutrientes de compostos inaproveitáveis, principalmente o fósforo. Esta mobilização ocorre por diversos mecanismos e difere entre espécies de plantas, sendo a liberação de exsudatos radiculares, as alterações na raiz e as associações simbióticas e assimbióticas as modalidades mais estudadas (JANEGITZ; INOUE; ROSOLEM, 2013). Segundo Costa (2003), alterações ocasionadas por plantas de cobertura nas propriedades da rizosfera podem envolver a atividade de fosfatases e a liberação de ácidos orgânicos, incorrendo em uso mais eficiente de fontes fosfatadas menos solúveis presentes no solo.

O manejo destas plantas deve se dar observando os preceitos do Sistema Plantio Direto, com mínimo revolvimento do solo, mantendo a biomassa vegetal na superfície do solo em quantidade e qualidade (FERREIRA; SCHWARZ; STRECK, 2000). Combinado com o combate à compactação do solo, Borges (2019) avalia que as raízes das plantas de cobertura implicam em maior eficiência de absorção de água e nutrientes pela cultura sucessora - devido aos canais deixados por estas após sua senescência - dentre outros benefícios. Postula ainda, que o cultivo de plantas de cobertura e adubação verde possui o mesmo grau de importância da utilização de fertilizantes minerais em sistemas sustentáveis de manejo da fertilidade do solo.

Uma opção de planta de cobertura para sistemas conservacionistas de cultivo é o nabo-forrageiro (*Raphanus sativus* L. var. *oleiferus* Metzg.), pertencente à família *Brassicaceae* (OLIVEIRA *et al.*, 2014; CARGNELUTTI FILHO *et al.*, 2016). Em sucessões de cultivo soja/trigo, o nabo-forrageiro implantado após a colheita da cultura da soja apresenta ciclo compatível com a lacuna de tempo existente até a posterior semeadura do trigo, além de alta capacidade de reciclagem e disponibilização de nutrientes para a cultura de inverno aliada a uma adequada relação carbono/nitrogênio (relação C/N), o que favorece a cultura do trigo pela liberação de nitrogênio em sincronia com seus estádios fenológicos de maior demanda (PINNOW *et al.*, 2013). Sobre relação C/N, Acosta *et al.* (2014) avaliando diferentes

plantas de cobertura de solo, observaram que o nabo-forrageiro situa-se em posição intermediária entre aveia-preta e ervilhaca para este fator, possuindo relação C/N entre 32 a 26:1 em seus resíduos, sendo este um valor próximo ao de equilíbrio entre os processos de imobilização e mineralização, que geralmente é de 25:1.

Para Borges (2019), o nabo-forrageiro também é capaz de influenciar as características químicas do solo, sendo que através da decomposição da biomassa e dos exsudatos produzidos por esta espécie, observam-se efeitos positivos no aumento do pH do solo e consequentemente na redução da toxidez do alumínio, em até 12 centímetros de profundidade.

Outro fator que favorece os cultivos subsequentes ao nabo-forrageiro está relacionado ao tipo de crescimento radicular pivotante agressivo desta espécie, conferindo-lhe maior capacidade de exploração do solo em camadas mais profundas e inclusive em solos mais compactados, formando canais através destas raízes que posteriormente servem como bioporos para o crescimento do sistema radicular da cultura que sucede o nabo-forrageiro, facilitando o acesso à água e nutrientes (SILVA *et al.*, 2011).

Enfocando o manejo de plantas daninhas na pós-colheita de soja, Borges (2019) enfatiza a utilização de plantas de cobertura de crescimento acelerado, como é o nabo-forrageiro, para ocasionar a supressão das invasoras. No entanto, para a efetividade desta prática, o autor cita que se faz necessária a implantação da cultura no menor intervalo de tempo possível após a colheita, ou ainda valer-se da técnica de sobressemeadura, que consiste na distribuição das sementes da cultura de cobertura com o cultivo de soja em processo de maturação, para imediatamente após a colheita já haverem plantas emergidas para cobrir novamente o solo.

Por estas características, Amado; Mielniczuk; Aita (2002) observam que o nabo-forrageiro vem sendo bastante implantado para fins de cobertura de solo, principalmente na região sul do Brasil, possibilitando inclusive racionalizações de uso de fertilizantes minerais.

## 2.6 FÓSFORO E POTÁSSIO

O fósforo é um dos macronutrientes essenciais ao desenvolvimento vegetal (FAQUIN, 2005), atuando na divisão celular, no armazenamento e transporte de energia, no crescimento celular, na respiração, na fotossíntese e na síntese de substâncias orgânicas (BISSANI *et al.*, 2008; INSTITUTO DA POTASSA & FOSFATO, 1998), sendo o nutriente com maior potencial de limitação de produtividade vegetal (CESSA *et al.*, 2009). A diminuição do número

de flores e de vagens e maior taxa de aborto destas, além de grãos menos pesados - fatores estes que acarretam em menor produtividade da cultura da soja - são mencionados por Batistella Filho *et al.* (2013) como consequências da deficiência de fósforo durante o ciclo da cultura.

Em solos brasileiros, altamente intemperizados em sua maioria e cuja predominância é de Latossolos e Argissolos ocupando 59% do território nacional (MANZATTO; FREITAS JUNIOR; PERES, 2002), o fósforo possui alto grau de interação com o solo, ligando-se aos óxidos de ferro e alumínio e formando complexos não absorvíveis pelas culturas agrícolas, somando-se a isso seus baixos teores no solo (PRIMAVESI, 1979; VAN RAIJ 2011; BISSANI *et al.*, 2008). Outro fator que impacta a disponibilidade de fósforo no solo é a sua acidez, que aumenta a adsorção do fósforo aos óxidos ferrosos e alumínicos, conferindo ao processo de calagem caráter preponderante na disponibilidade de fósforo em solos naturalmente ácidos, comuns em todo o território Brasil (BISSANI *et al.*, 2008). Entretanto, o aumento do pH do solo para níveis acima do recomendado para as culturas agrícolas também provoca a indisponibilização de fósforo, em virtude da precipitação do nutriente em formas iônicas de ferro, alumínio e cálcio, que são pouco solúveis (NOVAIS *et al.*, 2007).

Já o potássio, em condições brasileiras de solo, não se apresenta em teores tão limitantes quanto o fósforo (FAQUIN, 2005), estando ligado aos colóides orgânicos e aos minerais da fração argila quando adsorvido (BORGES, 2019), além de ser encontrado prontamente disponível na solução do solo (INSTITUTO DA POTASSA & FOSFATO, 1998). Este nutriente apresenta uma particularidade em relação aos demais macronutrientes, pelo fato de não ser constituinte de nenhum composto orgânico vegetal, portanto não tem relação com a matéria orgânica do solo, de forma que imediatamente após a decadência das células da planta o potássio é lavado das estruturas vegetais pela ação das precipitações pluviais, estando apto a ser reabsorvido (NOVAIS *et al.*, 2007).

Apesar do potássio não participar da formação de substâncias vegetais e não desempenhar função estrutural (FAQUIN, 2005), este exerce a função de catalisador da formação das substâncias necessárias ao desenvolvimento vegetal (PRIMAVESI, 1979). Também é um regulador de processos muito importante para o metabolismo vegetal. Sendo um ativador enzimático de pelo menos 50 enzimas diferentes, têm participação em vários níveis do processo fotossintético (BISSANI *et al.*, 2008) e é preponderante na regulação osmótica (FAQUIN, 2005).

A deficiência de potássio pode afetar o rendimento de soja por ocasionar plantas com menor estatura e sementes com menor massa influenciando, portanto, inclusive o ciclo seguinte da cultura, devido à má qualidade da semente gerada nos campos de produção em que o nutriente encontra-se em teores abaixo do ideal recomendado pelos órgãos de pesquisa (BATISTELLA FILHO *et al.*, 2013). O potássio é segundo nutriente mais exigido em quantidade pelas plantas, sendo menos exigido que o nitrogênio, apenas (FAQUIN, 2005).

A disponibilidade de adequados suprimentos de potássio também é impactada por perdas do nutriente no sistema, sendo a lixiviação o processo mais importante, principalmente em solos que apresentam baixa capacidade de troca de cátions e expostos a altos índices de precipitação pluviométrica, que colaboram para a movimentação do potássio de forma vertical no perfil do solo, tornando-o inacessível ao sistema radicular das culturas comerciais agrícolas (NOVAIS *et al.*, 2007).

### 3 METODOLOGIA

O estudo foi conduzido no ano agrícola 2019/2020, em uma propriedade rural localizada no município de Cândido Godói, situado na região noroeste do estado do Rio Grande do Sul. O talhão onde foi implantado o estudo está em uma altitude de 282 metros e possui histórico de mais de 25 anos de condução sob sistema plantio direto. O clima do local é do tipo Cfa conforme classificação estabelecida por Köppen; Geiger (1928), apresentando chuvas bem distribuídas ao longo do ano. O solo é classificado como Latossolo Vermelho (SANTOS *et al.* 2018).

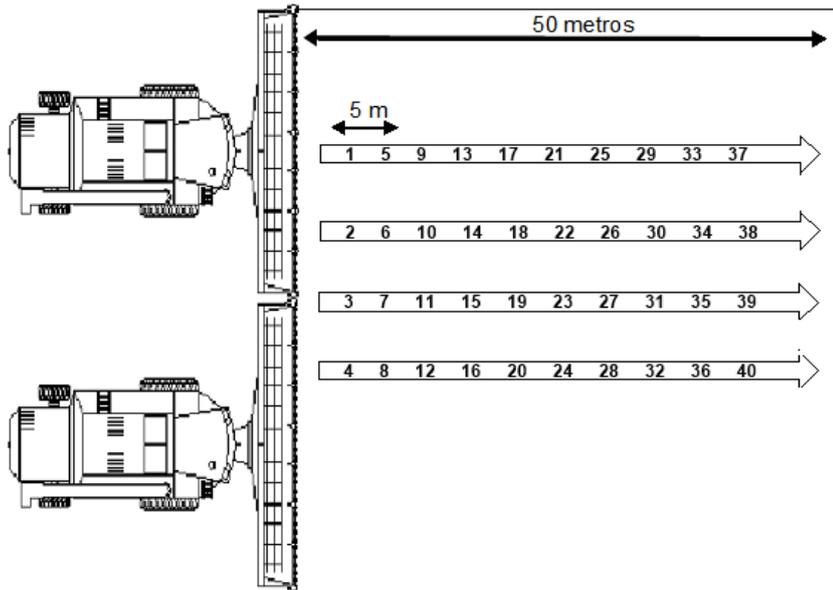
Anteriormente ao início do estudo na área, a mesma encontrava-se ocupada pela cultivar de soja DM 5958 RSF IPRO, da obtentora Don Mario Sementes®, que foi implantada com uma população aproximada de 195.000 plantas hectare<sup>-1</sup>. A adubação utilizada pelo proprietário da área baseou-se em fertilizante cloreto de potássio aplicado a lanço em cobertura, previamente à semeadura, e com super fosfato simples incorporado no sulco, através de semeadora-adubadora com linhas espaçadas em 0,4 metros.

A colheita da área foi realizada com a cultura em estágio de maturação fisiológica plena, tendo os grãos apresentado umidade média de 12,5%. A colhedora utilizada foi da marca New Holland®, modelo TC 5070 com fluxo de trilha radial, monitoramento eletrônico de perdas de grãos e equipada com plataforma de corte com alimentação do tipo caracol, apresentando largura nominal de 5,18 metros. Para o gerenciamento de resíduos a máquina apresenta picador de palhas com aletas direcionadoras para processamento e distribuição dos resíduos provindos dos 5 saca-palhas presentes na máquina, com deposição centralizada dos resíduos oriundos das peneiras. As contra-facas do picador de palhas encontravam-se totalmente inseridas, com 6,5 centímetros de exposição. A velocidade média de colheita foi de 4 Km h<sup>-1</sup>, mensurada através dos instrumentos próprios da colhedora.

Para a avaliação, definiu-se uma área central dentro do talhão, de modo a evitar interferências externas, como árvores e cultivos lindeiros, além da observação das plantas de soja no perímetro, objetivando a homogeneidade de biomassa vegetal previamente à colheita. Após a passagem da colhedora pelo perímetro selecionado, delimitou-se uma faixa de 50 metros de comprimento, e a largura foi disposta conforme a distribuição de resíduos pela colhedora. Em uma primeira etapa, em sentido transversal à passagem da colhedora na área, foram designados 4 pontos de coleta de resíduos pós-colheita da soja distanciados entre si a cada 5 metros em sentido longitudinal a colheita, sendo alocados um ponto na faixa correspondente ao centro da passagem da colhedora (T1), um ponto de coleta na faixa correspondente a área entre-

passadas da plataforma da colhedora (T3), e dois pontos de coleta nas faixas correspondentes a área adjacente à lateral esquerda (T2) e direita (T4) da passagem da colhedora, totalizando 40 pontos de coleta de resíduos pós-colheita de soja, conforme croqui da área ilustrado na Imagem 1.

Imagem 1 – Croqui da área do estudo.



Fonte: Elaborado pelo autor.

A coleta de resíduos pós-colheita de soja foi realizada com auxílio de um quadrado metálico de 50 x 50 centímetros, totalizando uma área útil de 0,25 m<sup>2</sup> de coleta por ponto amostral, sendo posteriormente acondicionadas em sacos de papel do tipo *kraft* numerados de acordo com o ponto coletado.

No dia seguinte à colheita da soja, em 31 de março de 2020, foi implantada no mesmo local a cultura do nabo-forageiro com a finalidade de cobertura vegetal. Para este processo, utilizou-se uma semeadora de 21 linhas com espaçamento de 17 centímetros entrelinhas. A densidade de semeadura utilizada foi de 15 kg ha<sup>-1</sup> de sementes de nabo-forageiro.

Em uma segunda etapa a campo, foram realizadas coletas de massa fresca de parte aérea do nabo-forageiro no período de plena floração da cultura, visando obter o máximo de biomassa vegetal e acúmulo de nutrientes na cultura de cobertura (FERREIRA; SCHWARZ;

STRECK, 2000). Foram coletadas um total de 40 amostras de massa fresca de parte aérea do nabo-forrageiro. Os locais de coleta utilizados foram distanciados 10 centímetros dos locais de coleta anteriores, evitando a área mobilizada pela retirada das amostras no primeiro momento. Os demais procedimentos de coleta adotados foram os mesmos da primeira etapa.

Após a coleta dos resíduos pós-colheita de soja, este material foi levado aos laboratórios da Universidade Federal da Fronteira Sul – campus Cerro Largo e submetido à secagem em estufa de circulação forçada de ar a 65 °C, até atingir peso constante, sendo então quantificada a massa da matéria seca em balança analítica com precisão de 0,01 g, estimando os valores em Mg ha<sup>-1</sup>. Para a matéria fresca de parte aérea do nabo-forrageiro, foi realizada esta mesma sequência de procedimentos, depois de coletado à campo.

Após os resultados de todas as análises em laboratório, foi efetuado a digitalização dos dados em software de planilha eletrônica, e posteriormente a análise estatística. As análises de massa das matérias secas foram submetidas ao programa Sisvar para análises de variância, onde foi realizado o teste de Tukey ao nível de 5% de significância. Através do software de planilha eletrônica foi avaliada a correlação entre as massas de matéria-seca do resíduo pós-colheita de soja e as massas de matéria-seca de parte aérea do nabo-forrageiro, para análise quanto ocorrência de relação da variabilidade de deposição de resíduos de soja com a produção de biomassa vegetal pela cultura sucessora.

## 4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A distribuição dos resíduos de colheita de soja na área avaliada apresentou variabilidade horizontal na quantidade de biomassa vegetal depositada sobre o solo (Tabela 1).

Tabela 1 – Matéria-seca de resíduos pós-colheita de soja ao longo da faixa de deslocamento da colhedora. Cândido Godói – RS, 2019/2020.

Pontos de Coleta	Matéria-seca (Mg ha <sup>-1</sup> )
T1	9,60 a*
T2	3,38 b
T3	3,03 b
T4	2,54 b
CV (%)	29,25

\*Médias não seguidas pela mesma letra, diferem entre si, pelo teste de Tukey à 5% de probabilidade de erro.

T1: faixa central da passagem da colhedora; T2: área adjacente à lateral esquerda da colhedora; T3: faixa da área entre-passadas da plataforma da colhedora; T4: área adjacente à lateral direita da colhedora. CV: Coeficiente de Variação.

Fonte: Elaborado pelo autor.

O ponto de coleta T1, que é correspondente à faixa central da passagem da colhedora, recebeu uma deposição 278% maior em relação à faixa de menor deposição, correspondente à T4. Esta discrepância pode ser explicada pelo fato da deposição de T1 incluir além dos resíduos provenientes do saca-palhas da colhedora, como nas demais faixas, também os resíduos provenientes das peneiras da mesma, pelo fato de não haver um mecanismo de distribuição destes resíduos na colhedora em questão, que são simplesmente despejados sobre o solo. Esta situação também é demonstrada pelos estudos de Smith (1986), que mencionam acúmulos de 10 Mg ha<sup>-1</sup> de resíduos pós-colheita de trigo na faixa central de uma colhedora sem espalhador de resíduos provenientes da peneira.

A faixa de distribuição correspondente ao ponto T3 abrangeu a área entre-passadas da colhedora, onde a distribuição de resíduos de uma passagem de colheita não ocorre de maneira à complementar de forma adequada a passagem adjacente. Em função disso, ocorreram pequenas frações de solo sem nenhuma deposição de resíduos, contribuindo para T3 apresentar a menor quantidade de matéria-seca de resíduos de soja, entretanto, não diferindo

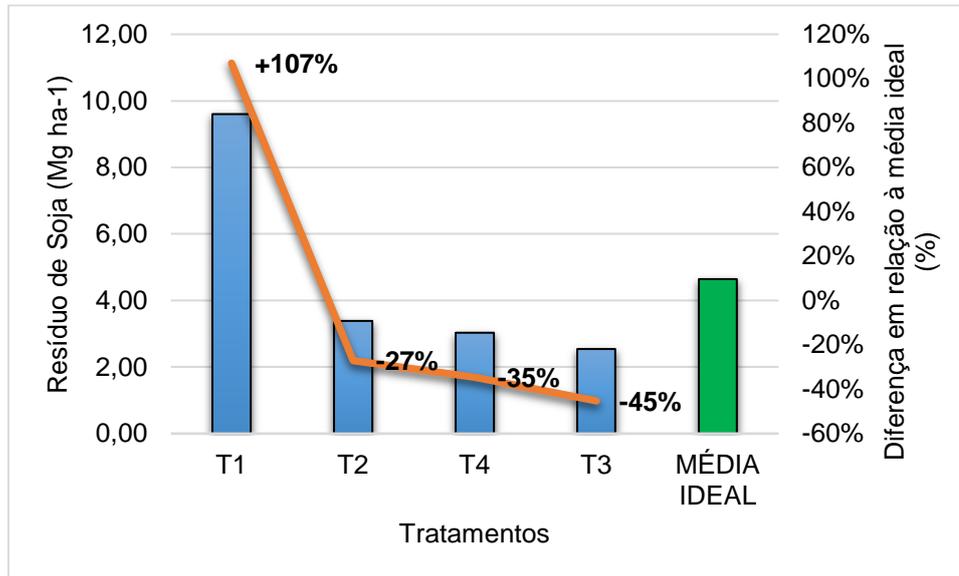
significativamente das faixas T2 e T4, que representam as laterais esquerda e direita da passagem da colhedora. Mensurando a uniformidade de distribuição de palha, Kunz *et al.* (2008) encontraram padrão semelhante de deposição de resíduos pós-colheita de soja para todas as colhedoras testadas desprovidas de espalhador de palhiço, destacando a quantidade de palha muito inferior nas extremidades da passagem das colhedoras em contraste com a faixa central.

Conforme Gomes (1982), em se tratando de experimentos e análises agrícolas, são classificados como altos os coeficientes de variação (CV) superiores à 20%, no qual se enquadram os valores de CV obtidos neste estudo. Valores elevados também foram obtidos por Kunz (2007) ao avaliar o coeficiente de variação da distribuição de palha de 9 colhedoras no oeste do Paraná, sendo que o menor CV, que foi de 28%, foi encontrado em uma colhedora provida de espalhador de resíduos oriundos das peneiras da colhedora, evitando a deposição concentrada no centro da passagem da máquina.

A média teórica ideal de distribuição de resíduos pós-colheita de soja foi auferida pela totalidade de resíduos obtida em relação a todos os 40 pontos coletados, onde obteve-se a quantidade média ideal de 4,6 Mg ha<sup>-1</sup>.

No Gráfico 1, além das deposições de resíduos pós-colheita de soja em cada tratamento, foram delimitadas as diferenças percentuais de deposição em cada tratamento em relação à quantidade média teórica ideal para cada faixa de deposição, onde que T1 apresentou uma quantidade 107% acima do ideal, enquanto que os demais tratamentos resultaram em percentuais negativos de deposição em relação ao ideal, sendo de -27%, -45% e -35% para os tratamentos T2, T3 e T4 respectivamente.

Gráfico 1 – Quantidade de deposição, média teórica ideal de deposição e diferença percentual da deposição obtida em relação à média teórica ideal de deposição de resíduos pós-colheita de soja. Cândido Godói – RS, 2019/2020.



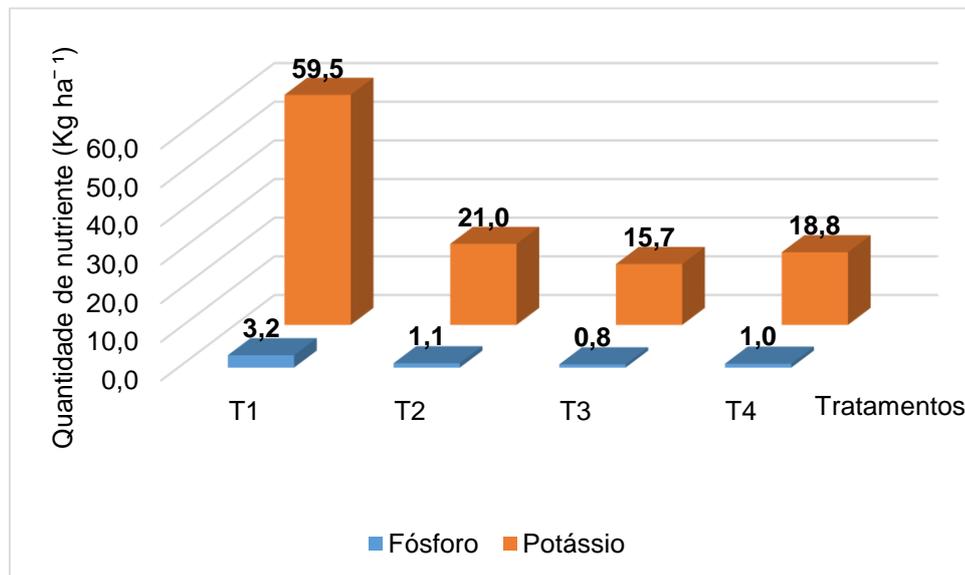
T1: faixa central da passagem da colhedora; T2: área adjacente à lateral esquerda da colhedora; T3: faixa da área entre-passadas da plataforma da colhedora; T4: área adjacente à lateral direita da colhedora.

Fonte: Elaborado pelo autor.

Avaliando a distribuição de resíduos vegetais na colheita da soja em Londrina – PR, Cyrino et al. (2019) verificaram valor semelhante para a quantidade média de deposição de resíduos, que foi de 5 Mg ha<sup>-1</sup>. Estes autores evidenciaram ainda a importância da taxa de cobertura de solo pelos resíduos pós-colheita, onde devido a desuniformidade de deposição observada, não foi atingida a taxa mínima de 80% de cobertura média priorizada por Toledo et al. (2008).

Os efeitos da variabilidade da distribuição de resíduos sobre a disponibilidade de fósforo e potássio no solo foram avaliados com base nos dados médios da análise química de nutrientes em resíduos pós-colheita de soja obtidos por Kunz (2007). O autor citado menciona o teor de 0,3 kg e 6,2 kg de fósforo e de potássio, respectivamente, para cada Mg ha<sup>-1</sup> de resíduo de soja, que foram extrapolados para os dados de matéria-seca obtidos no experimento realizado no município de Cândido Godói – RS, ilustrados no gráfico 2.

Gráfico 2 – Quantidade de fósforo e de potássio extrapolados para a quantidade de resíduos pós-colheita de soja em cada faixa de deposição. Cândido Godói – RS, 2019/2020.



T1: faixa central da passagem da colhedora; T2: área adjacente à lateral esquerda da colhedora; T3: faixa da área entre-passadas da plataforma da colhedora; T4: área adjacente à lateral direita da colhedora.

Fonte: Elaborado pelo autor.

Para o macronutriente fósforo, o potencial de geração de variabilidade na disposição do nutriente ao solo através dos resíduos pós-colheita de soja apresentou diferença de 2,3 kg ha<sup>-1</sup> entre o tratamento T1 e o tratamento T3, que representam os extremos máximo e mínimo, respectivamente, de aporte de fósforo. A disponibilidade desuniforme de nutrientes, com concentração na faixa central da passagem da colhedora, também foi averiguada por Cyrino et al. (2019), que avaliou o nitrogênio disponibilizado pelos resíduos.

Convertendo-se esta diferença obtida de P para a forma P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, que representa a forma de fósforo disponível através das adubações, a variabilidade do nutriente é de 5,3 kg ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, o que segundo SOCIEDADE BRASILEIRA DE CIÊNCIA DO SOLO (2016) representa quase 50% do teor médio exportado por 1 tonelada de grãos da cultura sucessora utilizada neste estudo.

O potássio foi o nutriente mais influenciado pela variabilidade observada na deposição dos resíduos pós-colheita de soja. Os tratamentos T2 e T4 apresentaram os valores mais próximos à média ideal de distribuição, que se situa em 29 kg ha<sup>-1</sup> de K, baseado na média teórica ideal de distribuição de resíduos pós-colheita de soja. Já o tratamento T3 recebeu 43,7 kg ha<sup>-1</sup> de K a

menos em relação à T1. Estudando a variação de produção de matéria-seca pela aveia-preta em Boa Vista das Missões – RS, Santi *et al.* (2018) corrobora esta discrepância na ciclagem de fósforo e potássio entre pontos com maior e menor disposição de resíduos vegetais e chama a atenção para o impacto sobre os atributos químicos do solo e conseqüentemente em práticas de fertilização à taxa variada.

Considerado o valor de CTC pH 7,0 obtido na última análise de solo realizada no talhão pelo agricultor (ANEXO A) para interpretação do teor de potássio na camada de 0 a 10 cm do solo, esta diferença de incremento na disponibilidade de potássio ocasionada pela má-distribuição de resíduos pós-colheita de soja é capaz de causar grande impacto sobre a classe de disponibilidade do nutriente.

Tabela 2 – Influência do incremento de 43,7 mg de potássio por  $\text{dm}^3$  de solo na camada 0 – 10 cm, proveniente do resíduo pós-colheita de soja na classe de disponibilidade do nutriente.

Classe de Disponibilidade	Teor de K no solo	Incremento no teor mínimo oriundo do resíduo de soja	Teor de K atualizado	Classe de Disponibilidade Atualizada
		----- mg.dm <sup>3</sup> -----		
Muito Baixo	≤ 40	43,8	43,8	Baixo
Baixo	41 - 80	43,8	84,8	Médio
Médio	81 - 120	43,8	124,8	Alto
Alto	121 - 240	43,8	164,8	Alto
Muito Alto	> 240	43,8	283,8	Muito Alto

Fonte: Adaptado de SOCIEDADE BRASILEIRA DE CIÊNCIA DO SOLO (2016, [p. 96]).

Considerada a camada de 0 a 10 cm do solo, apenas a diferença de 43,8 kg ha<sup>-1</sup> de K entre o tratamento T1, correspondente ao centro da passagem da colhedora, e o tratamento T3, correspondente à faixa entre-passadas da plataforma da colhedora equivale à diferença de 43,8 mg de K por  $\text{dm}^3$  de solo. Assim, interpretando-se o teor de potássio no solo para as culturas do grupo 2, que engloba culturas exigentes quanto ao nutriente em questão e possuem nível de exigência de disponibilidade de K no solo com teor crítico igual ou superior ao das culturas de grãos, infere-se que o aumento no teor de potássio no solo no tratamento T1 em relação à T3 é capaz de elevar a classe de disponibilidade do nutriente em uma categoria, pressupondo-se que o teor de potássio previamente existente no solo seja igual ou superior aos limites inferiores das

classes Muito Baixo, Baixo e Médio (SOCIEDADE BRASILEIRA DE CIÊNCIA DO SOLO, 2016).

A cultura de cobertura nabo-forrageiro não apresentou diferença significativa na produção de matéria-seca de parte aérea (MSPA) nas diferentes faixas de distribuição de resíduos pós-colheita da soja, apesar de ter sido observado um pequeno incremento de acúmulo de MSPA no tratamento T1, onde houve maior deposição de matéria-seca proveniente da soja, conforme a Tabela 3.

Tabela 3 – Matéria-seca de parte aérea (MSPA) de nabo-forrageiro (*Raphanus sativus*) implantado sobre as faixas de distribuição de resíduos pós-colheita de soja. Cândido Godói – RS, 2019/2020.

Ponto de Coleta	MSPA (Mg ha <sup>-1</sup> )
T1	6,29 ns*
T2	5,98
T3	5,71
T4	5,64
CV (%)	28,99

\*ns: Não significativo pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

T1: faixa central da passagem da colhedora; T2: área adjacente à lateral esquerda da colhedora; T3: faixa da área entre-passadas da plataforma da colhedora; T4: área adjacente à lateral direita da colhedora. CV: Coeficiente de Variação.

Fonte: Elaborado pelo autor.

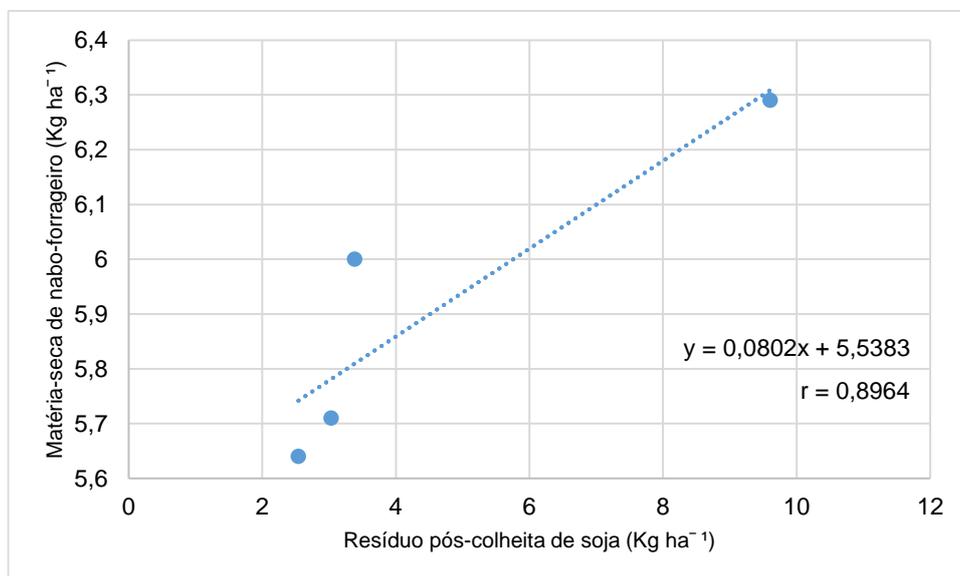
Esta semelhança de acúmulo de matéria-seca de parte aérea do nabo-forrageiro nas diferentes faixas de deposição de resíduo pós-colheita de soja pode ser explicada pela rusticidade desta espécie vegetal, que apresenta sistema radicular pivotante capaz de atingir camadas mais profundas do solo com rápido desenvolvimento inicial de acordo com Reginatto (2018), se adaptando muito bem à solos pobres conforme cita Heinz *et al.* (2011). Desta forma, a ciclagem de nutrientes advindos da palha não afetou de maneira significativa a produção de biomassa vegetal do nabo-forrageiro.

O leve incremento de MSPA do nabo-forrageiro no tratamento T1, de maior deposição de resíduo pós-colheita de soja, sugere que não houve problemas quanto à emergência das plantas, assim como não houve dificuldades de semeadura do nabo-forrageiro, contrapondo Smith

(1986), que indica a necessidade de manejo destes resíduos mal distribuídos no solo para obter resultados aceitáveis na cultura subsequente.

A análise de correlação entre as matérias-secas dos resíduos pós-colheita de soja e da parte aérea do nabo-forrageiro (gráfico 3) mostrou uma correlação linear positiva para as variáveis estudadas, através de um coeficiente de Pearson ( $r$ ) igual a 0,8964, indicando uma variância compartilhada entre as variáveis classificada como forte, segundo Dancey e Reidy (2005 *apud* FIGUEIREDO FILHO; JÚNIOR, 2009, p.119).

Gráfico 3 – Análise gráfica da correlação entre as médias obtidas no experimento para as matérias-secas da soja e do nabo-forrageiro. Cândido Godói – RS, 2019/2020.



Fonte: Elaborado pelo autor.

Sendo assim, é possível inferir que quando houve um aumento na deposição de resíduos de soja, o nabo-forrageiro semeado na sequência expressou tendência linear de aumento na produção de matéria-seca, apesar de não significativa ao nível de probabilidade de 5%, como pode ser visualizado através da linha pontilhada no gráfico 3.

A quantidade de matéria-seca de nabo-forrageiro que seria obtida caso houvesse homogeneidade de distribuição de resíduos de soja foi estimada através da equação de regressão linear mostrada no gráfico em questão, baseado na quantidade média teórica ideal de resíduos para este experimento obtida anteriormente, que situou-se em 4,6 Mg ha<sup>-1</sup>. Por conseguinte, em circunstância de adequada distribuição dos resíduos ao longo da faixa de trabalho da colhedora,

neste experimento, a cultura sucessora do nabo-forageiro produziria uma biomassa equivalente à 5,9 Mg ha<sup>-1</sup>.

## CONCLUSÃO

Houve variabilidade na distribuição horizontal de resíduos pós-colheita de soja, sendo que a faixa central da passagem da colhedora recebeu uma quantidade significativamente maior de resíduos em relação às demais faixas.

A variabilidade observada acarretou em desuniformidade no aporte de P e K ao solo, com forte impacto sobre o potássio.

A cultura de cobertura implantada não foi significativamente afetada pela desuniformidade na distribuição dos resíduos pós-colheita de soja, no entanto, houve correlação positiva entre a variabilidade de resíduos de soja e a produção de biomassa vegetal pelo nabo-forageiro.

## REFERÊNCIAS

- ACOSTA, José Alan de Almeida *et al.* Decomposição da fitomassa de plantas de cobertura e liberação de nitrogênio em função da quantidade de resíduos aportada ao solo sob sistema plantio direto. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 5, n. 44, p. 801-809, maio 2014.
- ALBERTA, M.E. **Equipment issues in crop residue management for direct seeding.** Revised November 1999. Disponível em: <[http://www1.agric.gov.ab.ca/\\$department/deptdocs.nsf/all/agdex1352](http://www1.agric.gov.ab.ca/$department/deptdocs.nsf/all/agdex1352)>. Acesso em: 20 de maio de 2020.
- ALVARENGA, Ramon Costa *et al.* Plantas de cobertura de solo para sistema plantio direto. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 208, n. 22, p. 25-36, fev. 2001
- AMADO, T. J. C.; MIELNICZUK, J.; AITA, C.. Recomendação de adubação nitrogenada para o milho no RS e SC adaptada ao uso de culturas de cobertura do solo, sob sistema plantio direto. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**. p. 241-248. Viçosa, 2002.
- AMADO, Telmo Jorge Carneiro *et al.* **Variabilidade Espacial e Temporal da Produtividade de Culturas sob Sistema Plantio Direto.** Pesquisa Agropecuária Brasileira, Brasília, v. 8, n. 42, p. 1101-1110, ago. 2007.
- ANGELETTI, Maria da Penha *et al.* **Espécies vegetais para cobertura do solo: guia ilustrado.** Vitória: Incaper, 2018. 76 p. (CIRCULAR TÉCNICA N° 07).
- BATISTELLA FILHO, Felipe *et al.* Adubação com fósforo e potássio para produção e qualidade de sementes de soja. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, [s.l.], v. 48, n. 7, p. 783-790, jul. 2013.
- BERNARDI, Alberto Carlos de Campos *et al.* (ed.). **Agricultura de precisão: resultados de um novo olhar.** Brasília: Embrapa, 2014. 596 p.
- BICKEL, Ulrike. **Brasil: expansão da soja, conflitos sócio-ecológicos e segurança alimentar.** 2004. 169 f. Tese (Doutorado) - Faculdade de Agronomia, Tese de Mestrado em Agronomia Tropical, Universidade de Bonn. Alemanha, 2004.
- BISSANI, Carlos Alberto *et al.* **Fertilidade dos Solos e Manejo da Adubação de Culturas.** 2. ed. Porto Alegre: Metrópole, 2008. 344 p.
- BORGES, João Manoel (ed.). **A visão técnica de Dirceu Gassen.** Passo Fundo: Aldeia Norte, 2019. 256 p.
- CARAFFA, Marcos *et al.* (org.). **Indicações Técnicas para a cultura da soja no Rio Grande do Sul e em Santa Catarina: safras 2018/2019 e 2019/2020.** Três de Maio: Setrem, 2019. 105 p.
- CARGNELUTTI FILHO, Alberto *et al.* Tamanho de unidades experimentais básicas e tamanho ótimo de parcelas para nabo-forrageiro. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 51, n. 4, p. 309-319, abr. 2016.

CASSOL, E. A.; DENARDIN, J. E.; KOCHHANN, R. A. **Sistema Plantio Direto**: evolução e implicações sobre a conservação do solo e da água. In: CERETTA, C.A.

CESB, Comitê Estratégico Soja Brasil. **Soja : quebrando recordes**: CESB 10 anos de máxima produtividade. Brasil: CESB, 2018. 216p.

CESSA, Raphael Maia Aveiro *et al.* Área superficial específica, porosidade da fração argila e adsorção de fósforo em dois latossolos vermelhos. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, [s.l.], v. 33, n. 5, p. 1153-1162, out. 2009.

CHIODEROLI, Carlos Alessandro *et al.* Perdas de grãos e distribuição de palha na colheita mecanizada de soja. **Bragantia**, Campinas, v. 1, n. 71, p. 112-121, 2012.

CONAB. **Grãos - Série Histórica**: safra 2019/2020. Disponível em: <<https://portaldeinformacoes.conab.gov.br/safra-serie-historica-dashboard>>. Acesso em: 18 de maio de 2020.

CUNHA, Gilberto Rocca da; CAIERÃO, Eduardo; ROSA, André Cunha (ed.). **Informações Técnicas para Trigo e Triticale - Safra 2016**: 9ª reunião da comissão brasileira de pesquisa de trigo e triticale. 9. ed. Passo Fundo: Biotrigo Genética, 2016. 228 p.

CYRINO, T. C. *et al.* **Distribuição de resíduos vegetais na colheita da soja**. In: JORNADA ACADÊMICA DA EMBRAPA SOJA, 14., 2019, Brasília. DOCUMENTOS 415. Brasília: Embrapa Soja, 2019. p. 138-145.

DENARDIN, José Eloir *et al.* Sistema Plantio Direto: evolução e implementação. In: PIRES, José Leonardo Fernandes; VARGAS, Leandro; CUNHA, Gilberto Rocca da (ed.). **Trigo no Brasil**: Bases para produção competitiva e sustentável. Passo Fundo: Embrapa Trigo, 2011. p. 185-215.

EMATER/RS-ASCAR. **ÁREA, PRODUÇÃO, RENDIMENTO E VALOR BRUTO DA PRODUÇÃO RIO GRANDE DO SUL – 1970 / 2018 SOJA**: séries históricas. Séries Históricas. 2020. Disponível em: <[http://www.emater.tche.br/site/arquivos\\_pdf/serie/serie\\_4320190912.pdf](http://www.emater.tche.br/site/arquivos_pdf/serie/serie_4320190912.pdf)>. Acesso em: 15 jun. 2020.

EMBRAPA. **Plantas de cobertura**: O que é isto?. 2017. Elaborado por: Fernando Mendes Lamas. Disponível em: <<https://www.embrapa.br/busca-de-noticias/-/noticia/28512796/artigo---plantas-de-cobertura-o-que-e-isto>>. Acesso em: 22 de maio de 2020.

FAQUIN, Valdemar. **Nutrição Mineral de Plantas**. Lavras: UFLA/FAEPE, 2005. Curso de Pós-Graduação “Lato Sensu” (Especialização) a Distância: Solos e Meio Ambiente.

FERREIRA, Tabajara Nunes; SCHWARZ, Ricardo Altair; STRECK, Edemar Valdir (org.). **Solos**: Manejo Integrado e Ecológico - Elementos Básicos. Porto Alegre: Emater/RS, 2000. 95 p.

FIGUEIREDO FILHO, Dalson Britto; SILVA JÚNIOR, José Alexandre da. Desvendando os Mistérios do Coeficiente de Correlação de Pearson (r). **Revista Política Hoje**, Recife, v. 1, n. 18, p. 115-146, jan. 2009.

GOMES, F. P. **Curso de Estatística Experimental**. Piracicaba: Universidade de São Paulo. Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, 1982, 430p.

GONÇALVES, Sergio Luiz *et al.* **Rotação de Culturas**. Londrina: Embrapa, 2007. (Circular Técnica 45).

GREEN, Murray. **Residue management for successful direct seeding**. Direct Seeding, Alberta, v. 4, n. 570, p. 1-3, jul. 1999. Disponível em:  
<<https://open.alberta.ca/publications/2374561>>. Acessado em: 10 de maio de 2020.

HECKLER, João Carlos; SALTON, Júlio Cesar. **Palha: fundamento do Sistema Plantio Direto**. Dourados: Embrapa Agropecuária Oeste, 2002. 26 p.

HEINZ, Rafael *et al.* Decomposição e liberação de nutrientes de resíduos culturais de crame e nabo forrageiro. **Cienc. Rural**, Santa Maria, v. 41, n. 9, p. 1549-1555, Set. 2011.

INSTITUTO DA POTASSA & FOSFATO. **Manual Internacional de Fertilidade do Solo**. 2. ed. Piracicaba: Potafos, 1998. 177 p. Tradução e adaptação de: Alfredo Scheid Lopes.

JANEGITZ, Moniki Campos; INOUE, Beatriz Shizue; ROSOLEM, Ciro Antonio. Formas de fósforo no solo após o cultivo de braquiária e tremoço branco. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 43, n. 8, p. 1381-1386, ago. 2013.

KAJIYAMA, Divo Toshimitsu *et al.* Distribuição de resíduos vegetais de trigo na colheita mecanizada. **Journal of Agronomic Sciences**. Umuarama, p. 42-49. 2015.

KÖPPEN, W. ; GEIGER, R. **Klimate der Erde**. Gotha: Verlag Justus Perthes, 1928.

KUNZ, Vilson L. *et al.* Distribuição de palha por colhedoras autopropelidas na colheita da soja. **Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, v. 1, n. 28, p. 125-131, mar. 2008.

KUNZ, Vilson Luís. **DISTRIBUIÇÃO TRANSVERSAL DE PALHA POR COLHEDORAS AUTOPROPELIDAS NA CULTURA DA SOJA**. 2007. 36 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia Agrícola, Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Cascavel, 2007.

LANG, Claudete Reisdorfer. **DINÂMICA DA DECOMPOSIÇÃO E LIBERAÇÃO DE NUTRIENTES DA PALHADA DE AVEIA PRETA E NABO FORRAGEIRO CORTADAS EM DIFERENTES ESTÁGIOS DE DESENVOLVIMENTO**. 2000. 55 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Pós-graduação em Agronomia, Produção Vegetal, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2000.

MANZATTO, Celso Vainer; FREITAS JUNIOR, Elias de; PERES, José Roberto Rodrigues (ed.). **Uso Agrícola dos Solos Brasileiros**. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2002. 174 p.

MOLIN, José Paulo; AMARAL, Lucas Rios do; COLAÇO, André Freitas. **Agricultura de Precisão**. São Paulo: Oficina de Textos, 2015. 223 p.

MUNDSTOCK, Cláudio Mário; THOMAS, André Luis. **Soja: fatores que afetam o crescimento e o rendimento de grãos**. Porto Alegre: Departamento de Plantas de Lavoura da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2005. 31 p.

OHLROGGE, A. J.; KAMPRATH, Eugene J.. **Changing Patterns in Fertilizer Use**. Madison (Wisconsin): Soil Science Society Of America, 1968.

- OLIVEIRA, Silvia Sanielle Costa de *et al.* Seleção de progênies de nabo-forrageiro para germinação sob altas temperaturas. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 2, n. 44, p. 217-222, fev. 2014.
- PEREIRA, Alan P. *et al.* Ciclagem de nutrientes por plantas de cobertura de verão. **Revista de Ciências Agrárias**, v. 40, n. 4, p. 799-807, dez. 2017. Sociedade de Ciências Agrárias de Portugal.
- PINNOW, Cilas *et al.* Qualidade industrial do trigo em resposta à adubação verde e doses de nitrogênio. **Bragantia**, Campinas, v. 1, n. 72, p. 20-28, fev. 2013.
- PRIMAVESI, Ana. **O Manejo Ecológico do Solo: agricultura em regiões tropicais**. 2. ed. São Paulo: Nobel, 1979. 541 p.
- REGINATTO, Maicon. **Potencial alelopático de plantas de adubação verde sobre a cultura do milho e plantas espontâneas**. 2018. 108 f. Dissertação (Doutorado) - Curso de Agronomia, Programa de Pós-Graduação em Agroecologia e Desenvolvimento Rural Sustentável - PPGADR, Universidade Federal da Fronteira Sul, Laranjeiras do Sul, 2018.
- SALTON, Júlio Cesar; HERNANI, Luis Carlos; FONTES, Clarice Zanoni (org.). **Sistema Plantio Direto: o produtor pergunta, a Embrapa responde**. Brasília: Embrapa-SPI, 1998. 248 p. (Coleção 500 Perguntas, 500 Respostas).
- SANTI, Antônio Luis *et al.* “Taxa Variada de Palha”: qual o investimento no sistema plantio direto? **Revista Plantio Direto**, Passo Fundo, p. 34-41, 2018.
- SANTOS, Humberto Gonçalves dos *et al.* **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. 5. ed. Brasília: Embrapa, 2018. 356 p.
- SCHOFFEL, Rubem. **Desenvolvimento de um equipamento recolhedor de resíduos de colheita da soja**. 2014. 145 f. Tese (Doutorado) - Curso de Pós-graduação em Agronomia, Universidade de Passo Fundo, Passo Fundo, 2014.
- SILVA, A. C.; LIMA, É. P. C.; BATISTA, H. R. **A importância da soja para o agronegócio brasileiro: uma análise sob o enfoque da produção, emprego e exportação**. 2011. Disponível em: <<http://docplayer.com.br/5255449-A-importancia-da-soja-para-o-agronegocio-brasileiro-uma-analise-sob-o-enfoque-da-producao-emprego-e-exportacao.html>>. Acesso em: 31 de maio de 2020.
- SILVA, Denis Augusto da *et al.* Aporte de fitomassa pelas sucessões de culturas e sua influência em atributos físicos do solo no sistema plantio direto. **Bragantia**, Campinas, v. 70, n. 1, p. 147-156, 2011.
- SILVA, L.S.; REICHERT, J.M. (Org.). **Tópicos em Ciência do Solo**. Viçosa: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2007, v. 5, p. 333-369.
- SMITH, John A.. Distribution of Crop Residue A Requirement for Conservation Tillage. **University of Nebraska Cooperative Extension**, Nebraska, p. 1-7, maio 1986.
- SOCIEDADE BRASILEIRA DE CIÊNCIA DO SOLO. **Manual de Calagem e Adubação para os estados do Rio Grande do Sul e Santa Catarina**. 11. ed. [s.i.]: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo - Núcleo Regional Sul, 2016. 376 p.

TEDESCO M.J., GIANELLO C., BISSANI C.A., BOHNEN H., VOLKWEISS S.J. **Análises de solo, plantas e outros materiais**. 2<sup>a</sup>.ed. Porto Alegre: Universidade Federal do Rio Grande do Sul; 1995. (Boletim técnico, 5).

TOLEDO, Anderson de et al. CARACTERIZAÇÃO DAS PERDAS E DISTRIBUIÇÃO DE COBERTURA VEGETAL EM COLHEITA MECANIZADA DE SOJA. **Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, v. 4, n. 28, p. 710-719, out. 2008.

TOLOTTI, Fabrício Carboni. **ANÁLISE DO SISTEMA DE ESPALHAMENTO DE PALHA EM COLHEITADEIRAS DE GRÃOS**. 2018. 73 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Arquitetura, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2018.

TORRES, José Luiz Rodrigues; PEREIRA, Marcos Gervasio. Dinâmica do potássio nos resíduos vegetais de plantas de cobertura no Cerrado. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, [s.l.], v. 32, n. 4, p. 1609-1618, ago. 2008.

VAN RAIJ, Bernardo. **Fertilidade do Solo e Manejo de Nutrientes**. Piracicaba: International Plant Nutrition Institute, 2011. 420 p.

ZANON, Alencar Junior *et al.* **Ecofisiologia da Soja**: visando altas produtividades. Santa Maria: [s.n.], 2018. 136 p.

## ANEXO A – Análise de solo do talhão do experimento obtida pelo agricultor.

### LAUDO DE ANÁLISE QUÍMICA DO SOLO



Nome: Christian Schardong  
Município: Candido Godoi  
Endereço:  
Fazenda:  
CPF:

Solicitante:  
Coletador:  
Entrada: 12/04/2019  
Emissão: 16/04/2019

Cód.	Cx.	Cel.	Talhão	Identificação da Amostra	Área/Gride	Prof.
129188	C146	18		--X--	4 ha	0-10cm
129189	C146	19		--X--	5,1 ha	0-10cm
129190	C146	20		--X--	17 ha	0-10cm
129191	C146	21	Mat- 20727	--X--	10,3 ha	0-10cm
129192	C146	22		--X--	5 ha	0-10cm

Diagnóstico para acidez do solo e calagem. \*pH em água 1:1; Ca, Mg, Al e Mn trocáveis extraídos com KCl 1M e CTC apH 7,0\*(Bibliografia: Boletim Técnico 05, Tedesco et al., 1995). Índice SMP (Bibliografia: Solução TÁmpão TSM: Toledo, 3, 2011).

Cód.	pH água	Ca cmolc/dm <sup>3</sup>	Mg cmolc/dm <sup>3</sup>	Relação Ca/Mg	Al cmolc/dm <sup>3</sup>	H + Al cmolc/dm <sup>3</sup>	CTC efetiva	Saturação (%)		Índice SMP
								Al	Bases	
129188	5,18	8,8	2,8	3,1	0,2	5,7	12,2	1,6	67,9	5,77
129189	5,04	8,6	2,1	4,1	0,2	7,6	11,6	1,7	60	5,52
129190	5,59	9,1	3,3	2,8	0	4,2	12,8	0	75,6	6,04
129191	5,39	11,4	4,1	2,8	0,2	5,7	16,2	1,2	74	5,77
129192	5,65	10,8	3,8	2,8	0	4,3	15	0	77,5	6,02

Diagnóstico para macronutrientes e recomendação de adubação NPK-S. \*Argila determinada pelo método do densímetro; Mo por digestão úmida; S-SO4 extraído com CaHPO4 500mg.L-1 de P e P, K e Na determinados pelo método de Mehlich I.\* (Bibliografia: Boletim Técnico no05, Tedesco et al., 1995).

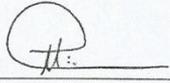
Cód.	% MO m/v	% Argila	Textura	S	P-Mehlich mg/dm <sup>3</sup>	P-Resina	P-Rem	K cmol/dm <sup>3</sup>	CTC pH7	K mg/dm <sup>3</sup>
129189	3,7	50	2	2,1	5,8	--X--	--X--	0,701	19	274
129190	3,2	76	1	15,2	10,9	--X--	--X--	0,449	17	175,5
129191	3,4	60	2	16,3	10	--X--	--X--	0,548	21,7	214,1
129192	3,1	73	1	12,9	14,1	--X--	--X--	0,36	19,3	140,7

Diagnóstico para micronutrientes e relações molares. \*Cu, Zn e B extraídos com Mehlich I.\* (Bibliografia: Manual de Análises Químicas de Solo, Plantas e Fertilizantes, Embrapa, 2009); Fe extraído com Oxalato de amônio.

Cód.	Cu	Zn	B mg/dm <sup>3</sup>	Fe	Mn	C. Total %	Relações Molares			
							K/CTC	Ca/CTC	Mg/CTC	(Ca + Mg)/K
129188	14,9	7,1	--X--	--X--	--X--	--X--	2,345	49,7	15,8	28
129189	10,6	5,8	0,31	--X--	--X--	--X--	3,689	45,3	11,1	15,3
129190	13	5,6	0,29	--X--	--X--	--X--	2,641	53,5	19,4	27,6
129191	11,3	4,9	0,31	--X--	--X--	--X--	2,525	52,5	18,9	28,3
129192	13,1	5	0,28	--X--	--X--	--X--	1,865	56	19,7	40,6

As amostras serão armazenadas por 30 dias, conforme estabelecido pelo CDC. \*Os resultados apresentados nesse documento referem-se somente a amostra ensaiada. As informações referentes a amostragem, escolha do ponto de coleta da amostra, como também sua identificação, são de responsabilidade do cliente. A reprodução deste documento somente poderá ser realizada integralmente, sem nenhuma alteração.\*





Charles Bolson Pontelli  
Responsável Técnico - CREA- RS121906

Av. Osvaldo Zambonato, 623 - B. Centro - Silveira Martins/RS - CEP: 97195-000  
Fone: 55 3224.1234 / www.base.agr.br / laboratorio@base.agr.br

1 1