



UNIVERSIDADE FEDERAL DA FRONTEIRA SUL

CAMPUS DE CERRO LARGO

CURSO DE AGRONOMIA

LEANDRO SEBASTIANY MARSCHALL

**VARIABILIDADE NA DISTRIBUIÇÃO DE RESÍDUO DA SOJA DURANTE A
COLHEITA E SEU EFEITO SOBRE A PRODUÇÃO DE MATÉRIA SECA DO NABO
FORRAGEIRO EM SUCESSÃO**

CERRO LARGO

2021

LEANDRO SEBASTIANY MARSCHALL

**VARIABILIDADE NA DISTRIBUIÇÃO DE RESÍDUO DA SOJA DURANTE A
COLHEITA E SEU EFEITO SOBRE A PRODUÇÃO DE MATÉRIA SECA DO NABO
FORRAGEIRO EM SUCESSÃO**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao
Curso de Agronomia da Universidade Federal da
Fronteira Sul (UFFS) campus de Cerro Largo -RS,
como requisito para obtenção de título de Bacharel
em Agronomia

Orientador: Prof. Dr. Renan Costa Beber Vieira

CERRO LARGO

2021

Bibliotecas da Universidade Federal da Fronteira Sul - UFFS

Marschall, Leandro Sebastiany
VARIABILIDADE NA DISTRIBUIÇÃO DE RESÍDUO DA SOJA
DURANTE A COLHEITA E SEU EFEITO SOBRE A PRODUÇÃO DE
MATÉRIA SECA DO NABO FORRAGEIRO EM SUCESSÃO / Leandro
Sebastiany Marschall. -- 2021.
33 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.

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).

LEANDRO SEBASTIANY MARSCHALL

**VARIABILIDADE NA DISTRIBUIÇÃO DE RESÍDUO DA SOJA DURANTE A
COLHEITA E SEU EFEITO SOBRE A PRODUÇÃO DE MATÉRIA SECA DO NABO
FORRAGEIRO EM SUCESSÃO**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao
Curso de Agronomia da Universidade Federal da
Fronteira Sul (UFFS), como requisito para
obtenção de título de Bacharel em Agronomia

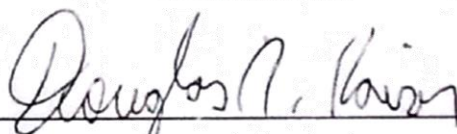
Este trabalho de conclusão foi defendido e aprovado pela banca em: 14/05/2021.

BANCA EXAMINADORA



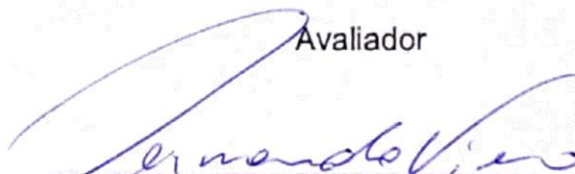
Prof. Dr. Renan Costa Beber Vieira – UFFS

Orientador



Prof. Dr. Douglas Rodrigo Kaiser – UFFS

Avaliador



Prof. Dr. Fernando Viero – IDEAU

Avaliador

RESUMO

A soja é uma oleaginosa que contém um elevado teor de proteína e óleo em seus grãos. Por ser rico em proteína nos grãos, o Nitrogênio (N) como constituinte dessa molécula é demandado em grandes quantidades para o desenvolvimento da cultura, porém a mesma também demanda de quantidades significativas de outros nutrientes, como o Ca^{2+} e o Mg^{2+} , que possuem funções específicas dentro da planta. Um elevado teor desses nutrientes permanece na matéria seca e ficam disponíveis para a ciclagem e utilização pela cultura sucessora. Para tanto, se faz necessária uma regulagem adequada do mecanismo espalhador da máquina colhedora, evitando a distribuição desuniforme de resíduos, em consequência, a heterogeneidade de disposição desses nutrientes ao solo. Visando isso, o trabalho tem por objetivo avaliar a variabilidade na distribuição dos resíduos de colheita de soja e sua influência sobre a produção de biomassa vegetal do nabo forrageiro, cultura subsequente, através da ausência da regulagem adequada do mecanismo picador/espalhador da colhedora, e por consequência uma distribuição horizontal irregular de resíduos da soja. O estudo foi conduzido no ano agrícola 2019/2020, no município de Cândido Godói/RS, e é composto por 4 tratamentos: T1: disposto no eixo central de passagem da plataforma de corte; T2: disposto entre o eixo central de corte, e a extremidade direita da plataforma; T3: disposto na faixa de abrangência entre duas passadas da plataforma de corte; T4: disposto entre o eixo central de corte, e a extremidade esquerda da plataforma; com 10 repetições. Foi avaliado a distribuição de massa seca da cultura da soja após a colheita, e massa fresca do nabo forrageiro, determinando a distribuição de acúmulo de N, Ca e Mg de acordo com a literatura existente. Com os resultados se observou que, na ausência de uma regulagem adequada do mecanismo espalhador da máquina colhedora, o residual da cultura da soja permanece em maior acúmulo na faixa central de operação de colheita, e em consequência, uma variação na disposição de nutrientes na massa seca, que oscilou entre 72 kg ha^{-1} de N, $88,3 \text{ kg ha}^{-1}$ de Ca, e $45,1 \text{ kg ha}^{-1}$ de Mg na faixa de maior deposição de resíduos, para $18,8 \text{ kg ha}^{-1}$ de N, $23,0 \text{ kg ha}^{-1}$ de Ca, e $11,8 \text{ kg ha}^{-1}$ de Mg na faixa de menor deposição de resíduos da soja. A variação de distribuição dos resíduos da soja influenciou na produção de biomassa vegetal da cultura do nabo forrageiro em sucessão, se correlacionando positivamente com o acréscimo de palhada da soja.

Palavras-chave: Pós colheita; *Glycine Max L.*; biomassa vegetal; *Raphanus sativus L.*

ABSTRACT

Soy is an oilseed that contains a high protein and oil content in its grains. Because it is rich in protein in grains, Nitrogen (N) as a constituent of this molecule is demanded in large quantities for the development of the crop, but it also demands significant amounts of other nutrients, such as Ca^{2+} and Mg^{2+} , which have specific functions within the crop. plant. A high content of these nutrients remains in the dry matter and is available for cycling and use by the successor crop. Therefore, an adequate regulation of the spreading mechanism of the harvester is necessary, avoiding the uneven distribution of waste, and consequently the heterogeneity of the disposal of these nutrients to the soil. Aiming this, the work aims to evaluate the variability in the distribution of soybean harvest residues and its influence on the production of vegetable biomass from forage turnip, subsequent culture, through the absence of adequate regulation of the chopper / spreader mechanism of the harvester, and consequently, an irregular horizontal distribution of soy residues. The study was conducted in the agricultural year 2019/2020, in the municipality of Cândido Godói / RS, and consists of 4 treatments: T1: arranged in the central axis of the cutting platform; T2: arranged between the central cutting axis and the right end of the platform; T3: arranged in the range between two passes of the cutting platform; T4: arranged between the central cutting axis and the left end of the platform; with 10 repetitions. The distribution of dry mass of soybean culture after harvest and fresh mass of forage turnip was evaluated, determining the distribution of accumulation of N, Ca and Mg according to the existing literature. With the results it was observed that, in the absence of an adequate regulation of the spreading mechanism of the harvesting machine, the residual of the soybean culture remains in greater accumulation in the central range of harvesting operation, and consequently, a variation in the nutrient disposition in the mass drought, which fluctuated between 72 kg ha⁻¹ of N, 88.3 kg ha⁻¹ of Ca, and 45.1 kg ha⁻¹ of Mg in the range of greatest deposition of residues, to 18.8 kg ha⁻¹ of N, 23.0 ha⁻¹ of Ca, and 11.8 Kg ha⁻¹ of Mg in the range of lowest deposition of soy residues. The variation in the distribution of soybean residues influenced the production of vegetable biomass from the forage turnip crop in succession, correlating positively with the addition of soy straw.

Keywords: Post harvest; Glycine Max L.; vegetable biomass; Raphanus sativus L.

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	4
1.1 OBJETIVOS	6
1.1.1 Objetivo geral.....	6
1.1.2 Objetivos específicos.....	6
2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	7
2.1 A CULTURA DA SOJA.....	7
2.1.1 Nitrogênio na soja	9
2.1.2 Cálcio e magnésio na soja.....	12
2.2 A CULTURA DE NABO FORRAGEIRO	14
3. MATERIAL E MÉTODOS	16
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO	19
CONCLUSÃO	25
REFERÊNCIAS	26

1. INTRODUÇÃO

A cultura da soja representa a oleaginosa com maior crescimento de produção nos últimos anos, sendo o Brasil o 2º maior produtor mundial desse grão. A área cultivada na safra de 2019/2020 aumentou em 2,7% em relação à safra anterior, e a produção, seguindo os mesmos parâmetros, deve chegar a 122,1 milhões de toneladas, considerando uma safra recorde para o país (CONAB 2020).

O mercado da soja segue esse ritmo de crescimento em grande parte devido a sua composição nutricional do grão, rico em proteína (cerca de 40%) e óleo, despertando interesse mundial para o processamento de produtos com a finalidade de uso para alimentação humana e animal, e a fabricação de biodiesel (CRISPINO *et al*, 2001).

Por ser rico em proteína, os grãos da soja possuem um elevado teor de Nitrogênio em sua composição (cerca de 6,5%), visto que esse elemento faz parte da estrutura da proteína. Para tanto, a cultura é exigente neste elemento, sendo o N o nutriente absorvido em maior quantidade pela cultura (CRISPINO *et al*, 2001). Desse modo, para cada 1.000 kg de grãos produzidos, são necessários 80 kg de N, sendo 65 kg exportados pelos grãos e aproximadamente 15 kg residual nas folhas e estrutura da planta.

De acordo com GASSEN (2002), o nitrogênio alocado em folhas, ramos, caule e raízes, acaba não sendo exportado e permanece na área após a colheita. Esses resíduos culturais, passam então pela decomposição e mineralização realizada por microrganismos, efetuando a ciclagem de nutrientes no solo.

A cultura da soja também demanda de quantidades significativas de outros macronutrientes essenciais, como de cálcio e magnésio, que possuem funções específicas dentro da planta. O requerimento de Ca pela soja é de 12,2 kg e de 6,7 kg de magnésio a cada tonelada de grãos produzidos, onde apenas 25 e 30% desses teores, respectivamente, são exportados, e o restante permanece na lavoura após a colheita (EMBRAPA, 2013).

Para tanto, se faz necessária uma regulagem apropriada da máquina colhedora, visando uma maior uniformidade de deposição da palhada. Quando regulada de maneira inadequada, as proporções de palhada na mesma faixa de

colheita chegam a expressar uma diferença de 4 toneladas de matéria seca por hectare. Essa diferença acarreta em faixas de palhada na lavoura, podendo ocasionar problemas na semeadura subsequente, distribuição heterogênea de nutrientes e interferência na cultura sucessora a soja (TOLOTTI, 2018).

Para realizar a ciclagem de nutrientes presentes nos resíduos da soja após a colheita, é indicado o uso de plantas de cobertura. Uma alternativa é o uso do nabo forrageiro, que possibilita uma elevada ciclagem de nutrientes, principalmente em relação ao nitrogênio. O uso dessa prática diminui as perdas, favorece o sistema de manejo, reduz custos e disponibiliza nutrientes para as culturas subsequentes (DERPSCH, 1985).

Levando em consideração os aspectos citados anteriormente, esse trabalho objetiva avaliar os teores de N, Ca e Mg nos resíduos da soja (*Glycine max*), distribuídos de maneira desuniforme no solo, e suas potenciais influências sob o nabo forrageiro (*Raphanus sativus L.*), cultura sucessora da soja.

1.1 OBJETIVOS

1.1.1 Objetivo geral

- Avaliar a variabilidade na distribuição dos resíduos de colheita de soja e sua influência sobre a produção de matéria seca do nabo forrageiro em sucessão.

1.1.2 Objetivos específicos

- Identificar a variabilidade nos teores de dos nutrientes N, Ca²⁺ e Mg²⁺ nos resíduos de colheita da soja;
- Quantificar a massa do resíduo de colheita da soja distribuída ao solo e a produção de matéria seca do nabo forrageiro em sucessão;
- Verificar se há relação na desuniformidade de distribuição dos resíduos da soja com a produção de massa seca do nabo forrageiro.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 A CULTURA DA SOJA

A soja teve sua origem na costa leste da Ásia, ao longo do rio Yangtse, na China. Os primeiros relatos do grão datam do período entre 2883 e 2838 aC. Seu porte inicial era rasteiro, e sua evolução iniciou-se através de cruzamentos naturais entre duas espécies selvagens encontradas na região, que cientistas locais haviam domesticadas e melhoradas. Desde então, essa cultura passou por vários melhoramentos e foi ganhando cada vez mais espaço, porém apenas na segunda década do século XX, a soja começou a despertar um grande interesse das indústrias mundiais, principalmente pelo seu elevado teor de proteína e de óleo no grão (Embrapa).

O Brasil se destaca atualmente por ser o 2º maior produtor mundial de soja, representando 114,843 milhões de toneladas colhidas em 2019, perdendo apenas para os Estados Unidos, com 123,664 milhões de toneladas (CONAB, 2019). Entretanto, é o maior exportador mundial do grão e seus derivados. A exportação de soja em grão no ano de 2018 chegou a 83,6 milhões de toneladas, o farelo é o próximo correspondendo a 16,9 milhões de toneladas, seguido do óleo com 1,4 milhões de toneladas exportadas. Essa demanda por soja de outros países, movimentou um valor aproximada de U\$ 40,9 bilhões de dólares (Agrostat, 2018).

Essa demanda é refletida pelo aumento a cada ano da população mundial, tornando o mercado de alimentos cada vez mais competitivo, desde a produção até a comercialização de produtos in natura ou processados, incluindo a soja e seus derivados. Para atender essa demanda crescente, o produtor deve buscar técnicas que proporcionem a uma máxima produtividade e rentabilidade por unidade de área cultivada (MARCON *et al*, 2017).

Apesar da elevada produção média no Brasil, próximo a 115 milhões de toneladas em 2019, as oscilações do clima em diferentes safras e locais, o manejo da cultura, e o nível de tecnologia adotado pelo produtor determinam e explicam as flutuações de rendimentos de grãos, que variam de acordo com esses fatores, principalmente (OLIVEIRA; DA ROSA, 2014).

De acordo com GAZZONI (2013), o sistema produtivo da soja sofreu uma grande revolução nas últimas três décadas, sendo na sua maioria através de tecnologias adequadas para diferentes regiões do sistema de produção brasileiro. Dentre essas tecnologias, destacam-se a implementação do sistema de plantio direto, o melhoramento e uso de cultivares adequadas para o Brasil, o surgimento do programa de zoneamento de risco climático, a prática de correção e adubação dos solos, a fixação biológica de nitrogênio, o incremento da mecanização agrícola, e as práticas de controle de doenças e plantas daninhas.

O sistema plantio direto (SPD), é uma prática conservacionista que teve uma grande adesão pelos agricultores do Brasil. Essa tecnologia descarta os processos de aração e gradagem do solo, realizados no sistema convencional, e prioriza o mínimo de revolvimento do solo, e a manutenção de palhada na superfície. Nesse sistema é importante sempre manter o solo coberto com resíduos vegetais, protegendo o solo contra o impacto das gotas de chuva, diminuindo perdas por erosão hídrica ou eólica. Além disso, o uso de rotação de culturas, com plantas de cobertura, se faz necessário para a manutenção e equilíbrio do sistema (CRUZ, *et al*).

A manutenção da palhada na superfície do solo, é essencial para o sucesso do SPD adequado. Alvarenga *et al.* (2001), expressa essa importância destacando que os resíduos culturais favorecem as condições físicas, químicas e biológicas do solo, criando um ambiente extremamente favorável a esses fatores, contribuindo para a estabilização da produção, recuperação e manutenção da qualidade do solo.

Para tanto, se faz necessária uma boa uniformidade de distribuição dos resíduos culturais durante a colheita, através da regulagem adequada da máquina colhedora. A distribuição uniforme da palhada no momento da colheita evita com que faixas de solo fiquem descobertas, o que favorece a emergência de plantas daninhas, contribui para a erosão do solo e pode acarretar em uma heterogeneidade de fertilidade, com potencial de interferência no desenvolvimento da cultura sucessora (SUGUISAWA, 2004).

De acordo com um estudo realizado por Tolotti (2018) com a cultura da soja, a regulagem de maneira inapropriada do espalhador de uma máquina colhedora, pode resultar em uma desproporção significativa de resíduos culturais no solo. No teste com a colhedora em regulagem inadequada, os resíduos culturais no eixo central de

passagem da máquina, em sentido longitudinal, chegam a expressar 5 t ha⁻¹, enquanto em locais mais próximos ao final da largura de corte da colhedora, a distribuição não atinge 1 t ha⁻¹. Por consequência, a palhada da cultura da soja após a colheita apresenta uma diferença significativa de desuniformidade de distribuição, o que acaba deixando faixas desiguais na lavoura.

O uso conjunto de práticas adequadas na produção de soja, quando aplicadas de maneira correta, potencializam seus efeitos positivos no ambiente inserido, e busca um equilíbrio da natureza nas lavouras, otimizando o trabalho de inimigos naturais e beneficiando todo o ecossistema de cultivo (CONTE *et al.* 2016).

2.1.1 Nitrogênio na soja

A disponibilidade de N no solo é limitada para culturas com altas demandas, como a soja. Porém, a simbiose das raízes dessa cultura com bactérias fixadoras de nitrogênio atmosférico, do gênero *Bradyrhizobium*, constitui a principal fonte desse elemento, capaz de suprir a total demanda da cultura (HUNGRIA; CAMPO; MENDES, 2001).

A soja é uma cultura bastante exigente no que diz respeito a todos os macronutrientes essenciais. Eles devem estar disponíveis em quantidades suficientes e de maneira equilibrada no solo para um aproveitamento eficiente da cultura. O nitrogênio por sua vez, é o macronutriente de maior exigência pela cultura, absorvido em grandes quantidades. A principal fonte desse elemento é a fixação biológica de nitrogênio (FBN), através da simbiose da planta com bactérias fixadoras do gênero *Bradyrhizobium* (SFREDO, 2008).

Levando em consideração benefícios econômicos, a fixação biológica de nitrogênio, considerando a alta demanda da soja por esse elemento, o preço do fertilizante industrial e a área cultivada no Brasil, estima-se que são economizados cerca de 14 bilhões de reais anualmente, que deixam de ser gastos em função da compra do fertilizante nitrogenado. Sem a existência da fixação biológica de N, a viabilidade econômica do cultivo da soja poderia ser questionada. (HUNGRIA *et al.* 2013).

A FBN é um processo que ocorre naturalmente em associação de uma leguminosa com bactérias específicas. Esse processo consiste na redução do nitrogênio atmosférico (N_2) a compostos a base de amônia, que são transformados em amônio e utilizados pela planta na forma de N orgânico. As bactérias capazes de realizar essa simbiose, por sua vez, são denominadas de diazotróficas, e possuem um complexo enzimático exclusivo com a presença de uma enzima que catalisa o processo de FBN, chamada nitrogenase (FERNANDES JÚNIOR; REIS, 2008).

A associação entre bactérias fixadoras e a planta hospedeira se estabelece da seguinte maneira: os microrganismos em questão se instalam nas raízes da planta, formando pequenas nodulações. Eles possuem como forma nutritiva, produtos elaborados através da fotossíntese nas folhas das plantas, como sacarose, glicose e ácidos orgânicos, que são então transformados em carbono e energia para as bactérias. Em troca, a planta recebe o suprimento de nitrogênio para o seu desenvolvimento, através da fixação do N_2 atmosférico pelas bactérias, em forma de amônia (NH_3), que é reduzido posteriormente a amônio (NH_4) dentro das células bacterianas. Esse nutriente é então assimilado pelas plantas em formas de N orgânico (CÂMARA, 2014).

Na planta, o nitrogênio é, principalmente, constituinte de aminoácidos, que formam a estrutura da proteína, de coenzimas e nucleotídeos. Uma pequena parte, presente na forma livre na planta, tem como função de ativação enzimática. A maior parte do nitrogênio total encontrado na planta, cerca de 90%, se encontra na forma orgânica, como aminoácidos livres, proteínas, amidos, ácidos nucleicos, vitaminas, entre outros (SFREDO, 2008).

De acordo com Sfredo (2008), por ser um constituinte importante nos grãos da cultura da soja, a deficiência de nitrogênio na planta pode ocasionar uma relação entre carboidratos e proteínas maior, devido à falta desse elemento para a síntese de proteína, proporcionando uma redução significativa no teor de proteína dos mesmos, o que pronuncia como uma característica indesejável para a cultura.

Uma prática bastante importante para a dinâmica de nitrogênio, é a correção do pH do solo. Essa correção deve ser realizada com calcário aplicado em torno de três meses antes da implantação da cultura, para que as partículas entrem em contato com o solo e já tenham realizado uma parte de seu papel na correção da acidez. O

pH do solo corrigido, por sua vez, é um fator importante para a FBN na soja, que além de um melhor desenvolvimento da cultura, favorece o estabelecimento da simbiose entre o rizóbio e as raízes da planta, e estabelece uma fixação biológica de N mais eficiente (ARAÚJO, 2016).

Conforme já comentado, o grande interesse mundial pela soja é justificado pelo alto teor de proteína e óleo do grão. Como o nitrogênio é um elemento que faz parte da estrutura da proteína, a cultura é altamente exigente em relação a esse elemento. Os grãos possuem cerca de 6,5% de N na sua composição. Portanto, para uma expectativa de produtividade de 3.000 kg por hectare (50 sacas), seriam necessários 195 kg de nitrogênio, acrescentados cerca de 45 kg que são alocados nas folhas, caules e raízes, totalizando 240 kg desse nutriente por hectare cultivada. A maior parte é exportada pelos grãos no momento da colheita, porém cerca de 40 a 50 kg ha⁻¹ permanecem nos resíduos e ficam disponíveis para a decomposição e a mineralização através dos microrganismos, e possivelmente servindo de nutrição para a cultura sucessora (HUNGRIA *et al.* 2013).

Os resíduos de plantas leguminosas, como o caso da soja, possuem uma relação C/N mais baixa em relação a gramíneas, o que faz com que plantas dessa família sejam decompostas mais rapidamente, com uma liberação de N mais acelerada. Os aspectos relacionados com a composição do material, características de clima e de solo, alteram a velocidade de decomposição e mineralização dos resíduos das plantas, o que altera a disponibilidade de nutrientes no solo, que poderão ser utilizados na ciclagem pela cultura sucessora (AITA; GIACOMINI, 2003).

Em uma distribuição de resíduos pós colheita desuniforme, atingindo uma diferença de 5 t ha⁻¹ no eixo central, para 1 t ha⁻¹ nas extremidades de uma mesma faixa de operação de uma colhedora (TOLOTTI, 2018), além de uma diferença significativa de palhada, a heterogeneidade de disposição de N em faixas se torna expressiva. De acordo com um residual de 6 t ha⁻¹ descrito anteriormente, e considerando um teor médio de 45 kg ha⁻¹ de N nos resíduos da soja após a colheita (HUNGRIA *et al.*, 20013), o nitrogênio será disposto ao solo em faixas que variam de 37,5 kg ha⁻¹ na faixa central para 7,5 kg ha⁻¹ nas extremidades da largura de operação.

Segundo um estudo realizado por Bataglia *et al.* (1976) na cultura da soja, cerca de 92,5% do N extraído do solo pela planta, equivalente a 64,6 kg por tonelada

de grãos, excluindo-se folhas caídas e raízes, é exportado na colheita através dos grãos, ou seja, a maior parte desse elemento não retorna ao ciclo produtivo, ressaltando a importância de uma distribuição uniforme de resíduos culturais durante o processo da colheita, buscando dispor o restante desse elemento ao solo de maneira mais homogênea.

O nitrogênio absorvido pela planta e alocado em folhas, ramos, caule e raízes, acaba não sendo exportado no momento da colheita e permanece na área após a colheita. Esses resíduos culturais, portanto, estão disponíveis para a ciclagem, através da decomposição, mineralização ou imobilização desse nutriente por microrganismos, estando possivelmente disponíveis para aproveitamento pela cultura subsequente (GASSEN, 2002).

2.1.2 Cálcio e magnésio na soja

Os elementos Cálcio (Ca) e Magnésio (Mg) são considerados cátions essenciais, portanto, são imprescindíveis ao desenvolvimento das plantas, e quando disponíveis em teores baixos podem causar retardos de desenvolvimento e decréscimos de produtividade em grandes culturas, como a soja. Esses nutrientes podem apresentar teores naturais baixos em solos ácidos, porém, a utilização de corretivos eleva o potencial hidrogeniônico (pH) do solo, neutralizando a acidez e disponibilizando uma maior proporção de cátions para as plantas (SILVA *et al.*, 2017).

O cálcio pode ser absorvido pelas plantas tanto na forma de cátion Ca^{2+} , quanto na forma de cálcio quelatizado, ambas moléculas disponíveis na solução do solo. Sua principal função na planta é estrutural, atuando na formação de pectatos de cálcio, conferindo resistência a parede celular. Devido a sua baixa mobilidade no solo, se faz necessário um bom fornecimento hídrico, visto que a falta de água torna limitante a absorção dos nutrientes pelas raízes, podendo ocasionar deficiências nas plantas (ARAÚJO, 2018).

O magnésio é absorvido na solução do solo na forma de cátion Mg^{2+} pelas raízes das plantas. Sua concentração no solo pode variar em função do pH, quanto mais ácido, menor a disponibilidade. Na planta, o Mg possui função de ativador enzimático, participando na síntese de ATP e ADP, além de ser constituinte da clorofila (DECHEN; NACHTIGALL, 2007).

O cálcio e o magnésio possuem relações químicas próximas no solo, devido a suas formas catiônicas de absorção, mobilidade, valência e raio iônico, ocorrendo uma certa competição por sítios de adsorção no solo e sítios de absorção pelas raízes das plantas. Em consequência disso, a presença excessiva de um desses elementos, pode prejudicar a absorção do outro nas formas de Ca^{2+} e Mg^{2+} no solo (MEDEIROS, *et al.*, 2008).

Variações na proporção de teores entre Ca: Mg no solo, podem prejudicar o desenvolvimento de raízes e da parte aérea das plantas. Essas variações podem ocorrer quando realizada a correção de acidez e do alumínio tóxico no solo através da calagem, que incorporam teores elevados de Ca e Mg, alterando o equilíbrio entre esses dois nutrientes e outros cátions do solo (SILVA, 1980). Quando utilizados corretivos com altos níveis de cálcio, pode ocorrer modificação drástica da relação Ca:Mg na CTC do solo, provocada pela adição de corretivos da acidez com altas concentrações de cálcio em relação ao magnésio (MEDEIROS *et al.* 2008).

Em um estudo realizado por Silva (1980) em milho, com base em variadas relações de Ca: Mg, identificou-se que a proporção 1:1 demonstra redução da concentração de cálcio no balanço entre cátions, e quando utilizadas proporções extremas de um desses nutrientes, em ausência de outro (100:0 e 0:100), produz no solo, relações muito altas de Ca ou Mg, ocasionando redução no crescimento de raízes e parte aérea. No estudo, se identificou como ideal a proporção de 3:1 entre cálcio e magnésio, proporcionando um melhor desenvolvimento e produtividade da cultura.

Na cultura da soja, os teores de Ca e Mg exportados a cada tonelada de grãos colhidos, expressam 3,0 kg e 2,0 kg respectivamente, enquanto para cada tonelada de matéria seca, as concentrações expressam 9,2 kg de cálcio e 4,7 kg de magnésio que permanece na lavoura após a colheita. Esses valores indicam que a proporção entre 2:1 e 3:1 de Ca: Mg no solo, é a mais indicada para a cultura da soja (EMBRAPA, 2013).

Com base em uma produção de 6 t ha^{-1} de residual na cultura da soja (TOLOTTI, 2018), e de concentrações de Ca e Mg de 9,2 e 4,7 kg por tonelada de massa seca (EMBRAPA, 2013), os teores desses elementos passam para $55,2 \text{ kg ha}^{-1}$ de cálcio e $28,2 \text{ kg ha}^{-1}$ de magnésio que permanecem dispostos ao solo após a

colheita. Esses nutrientes, portanto, poderão estar disponíveis para o aproveitamento e ciclagem pela cultura subsequente.

Uma distribuição de resíduos desuniforme, com uma diferença de 5 t ha⁻¹ no eixo central, para 1 t ha⁻¹ nas extremidades de uma mesma faixa de operação de uma colhedora (TOLOTTI, 2018), e de concentrações de 9,2 e 4,7 kg de Ca e Mg respectivamente, a cada tonelada de matéria seca (EMBRAPA, 2013), resulta em uma disposição de nutrientes heterogênia, disposta em faixas que variam de 46 kg ha⁻¹ de cálcio e de 23,5 kg ha⁻¹ de magnésio, para locais com apenas 9,2 e 4,7 kg ha⁻¹ desses elementos, respectivamente.

2.2 A CULTURA DE NABO FORRAGEIRO

O nabo forrageiro (*Raphanus sativus L.*) é uma planta pertencente à família das crucíferas. Sua capacidade de resistência a geadas a torna uma importante aliada no cultivo de outono e inverno em regiões frias. Além disso, possui um sistema radicular vigoroso, capaz de se estabelecer em solos compactados ou degradados, não necessitando de um preparo prévio para sua implantação. A sua elevada capacidade de ciclagem de nutrientes, mas principalmente de fósforo e nitrogênio, torna o nabo forrageiro uma opção importante de adubação verde em um sistema de rotação de culturas, como o milho e a soja (BARROS; JARDINE).

De acordo com Brasi, *et al.* (2008), o sistema radicular do nabo forrageiro pode ser considerado um excelente subsolador natural, rompendo camadas adensadas em profundidade superior a 2,5 metros. Seu rápido crescimento vegetativo confere rendimentos que podem chegar a 15 toneladas de massa verde por hectare, cobrindo cerca de 70% do solo. Desta forma, além de proporcionar uma redução do potencial de erosão do solo, diminui a entrada e o desenvolvimento de plantas daninhas, reduzindo os gastos com herbicidas.

Plantas de nabo forrageiro implantadas para cobertura, superam o valor de 10.000 kg ha⁻¹ de massa fresca em apenas 60 dias após a semeadura, aspecto superior em relação a uma cobertura de aveia por exemplo, que alcança aproximadamente 5.000 kg de matéria fresca no mesmo período. (JUNIOR; BACKES; TÔRRES, 2004).

O nabo forrageiro, por possuir uma relação C/N em torno de 22:1, possui uma decomposição acelerada e uma maior disposição inicial de nitrogênio ao solo, em comparação com gramíneas, favorecendo a demanda desse elemento pela cultura posterior. Em um estudo realizado Derpsch (1985), comparando diversas plantas de cobertura entre leguminosas, crucíferas e gramíneas, e o rendimento posterior de milho, soja e feijão, o nabo forrageiro, juntamente com aveia, proporcionaram maior produtividade na cultura do feijão, obtendo cerca de 832 kg ha⁻¹, superando o pousio invernial, com 473 kg ha⁻¹, e 599 kg ha⁻¹ correspondente a utilização de ervilhaca como cobertura.

De acordo com um experimento realizado por Giacomini *et al.* (2003), o nabo forrageiro como cobertura pós colheita da soja, apresenta um potencial mais elevado de ciclagem de nitrogênio em relação a ao manejo após a cultura de milho. No primeiro ano, quando o nabo em sucessão da soja, a concentração de nitrogênio na matéria seca do nabo chegou a 101 kg ha⁻¹, enquanto o nabo após o milho, o teor de N chegou a 67 e 63 kg ha⁻¹, nos dois anos subsequentes. Essa diferença pode ser explicada pelo fato de o resíduo da soja possuir uma liberação maior e mais rápida de N em relação ao resíduo de milho, favorecendo a ciclagem desse elemento em uma quantidade mais expressiva, e o tronando disponível para a cultura sucessora ao nabo forrageiro.

3. MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi conduzido no ano agrícola 2019/2020, em uma propriedade rural pertencente ao município de Cândido Godói, localizado na região noroeste do estado do Rio Grande do Sul. O talhão onde foi implantado o estudo está a uma altitude de 282 metros e possui histórico de mais de 25 anos de manejo em sistema plantio direto. Anteriormente ao início do estudo na área, a mesma encontrava-se com a cultura da soja, que foi adubada pelo proprietário com o fertilizante KCl aplicado a lanço em cobertura, previamente à semeadura, e com Super Fosfato Simples incorporado no sulco, através de semeadora-adubadora.

O solo do local de estudo foi submetido previamente a uma análise química de nutrientes (tabela 1), para interpretação e conhecimento da fertilidade da área.

Tabela 1: Análise química do solo da área em 2019 no município de Cândido Godói/RS.

pH em água	P - Mehlich Mg dm ³	K	MO %	Ca	Mg	Al	H+Al	CTC efe.	Saturação		SMP
									Al	Bases	
5,39	10	214,1	3,4	11,4	4,1	0,2	5,7	16,2	1,2	74	5,77

Fonte: Laboratório Base, 2019.

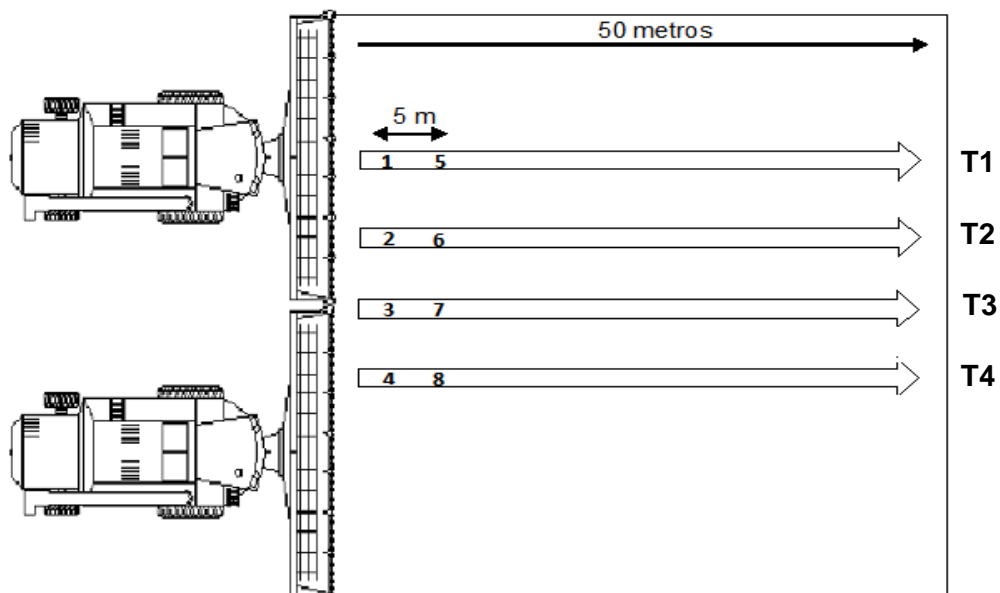
O clima do local é do tipo Cfa conforme classificação estabelecida por Köeppen e Geiger (1928), apresentando chuvas bem distribuídas ao longo do ano. O solo é classificado como Latossolo Vermelho, pertencente à Unidade de Mapeamento Santo Ângelo - RS (SANTOS *et al.* 2018).

A área utilizada para o experimento compreende uma faixa de 50 metros de comprimento, e a largura de 5,18 metros (17 pés) disposta conforme a extensão de corte da plataforma da colhedora. No momento da colheita da soja, foi utilizada uma colhedora New Holland, modelo TC 5070, ano 2017, equipada com o sistema picador/distribuidor por aletas difusoras, não sendo realizado a regulagem de distribuição dos resíduos.

Para a avaliação da distribuição dos resíduos da colheita de soja e matéria seca do nabo ofrageiro, foram dispostos 4 tratamentos de coleta transversalmente ao sentido da colhedora. Os pontos foram distribuídos da seguinte forma: Tratamento 1: disposto no eixo central de passagem da plataforma de corte; Tratamento 2: disposto

entre o eixo central de corte, e a extremidade direita da plataforma na primeira passagem da máquina colhedora; Tratamento 3: disposto na faixa de abrangência entre duas passadas da plataforma de corte; Tratamento 4: disposto entre o eixo central de corte, e a extremidade esquerda da plataforma na segunda passagem da máquina colhedora. As repetições (n=10) consistiram da amostragem nesses 4 tratamentos ao longo do percurso da colhedora em sequência numérica, em uma área de 0,25m² em cada coleta, espaçados de 5 m entre cada repetição, totalizando 40 amostras, conforme detalhe na figura 1.

Figura 1: Croqui representando a metodologia de coleta das matérias secas do residual da soja pós colheita e do nabo forrageiro, no ano agrícola 2019/2020 em município de Cândido Godói – RS.



Fonte: Elaborado pelo autor, 2021.

A matéria seca da soja foi coletada com o auxílio de um quadro de metal medindo 0,5 metros equiláteros, totalizando uma área de 0,25m² de coleta, e acondicionadas em sacos do tipo kraft (papel) para secagem em estufa.

Após a colheita da soja, foi implantada no mesmo local a cultura do nabo forrageiro com a finalidade de cobertura vegetal, utilizando uma semeadora com espaçamentos de 17 cm entre linhas.

No período de plena floração do nabo forrageiro, foram realizadas coletas de massa fresca, visando obter o máximo de biomassa vegetal e (FERREIRA;

SCHWARZ; STRECK, 2000). No total, foram coletadas 40 amostras de massa fresca do nabo. Os locais de coleta utilizados são distanciados 10 cm dos locais de coleta anteriores em sentido longitudinal, evitando a cobertura do solo mobilizada pela retirada das amostras no primeiro momento. Os materiais e procedimentos de coleta e foram os mesmos utilizados durante a amostragem dos resíduos da soja.

As amostras de material vegetal da soja e do nabo forrageiro foram submetidas a secagem em estufa de circulação forçada de ar a uma temperatura de 65°C, até atingirem peso constante. As amostras foram encaminhadas até o Laboratório de Química e Fertilidade dos solos, da Universidade Federal da Fronteira Sul, *campus* Cerro Largo, RS e submetidas às quantificações de massa seca em t/ha. Os teores de nutrientes presentes no resíduo de colheita da soja, serão descritos por meio de revisão da literatura existente, para N, Ca²⁺ e Mg²⁺.

Com os resultados dos procedimentos, foi efetuada a digitalização dos dados em planilha eletrônica, e posteriormente as massas das matérias secas foram submetidas a análise estatística no programa Sisvar para análises de variância em teste de Tukey a 5% de significância.

Os dados de massa seca do resíduo da soja e massa da matéria seca do nabo forrageiro foram correlacionadas com auxílio do software Statistix 9.0, buscando avaliar a relação entre a desuniformidade de distribuição dos resíduos da soja pós colheita, com a produção de biomassa do nabo forrageiro.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

As amostras de residual da soja pós colheita, coletadas em 4 faixas de distribuição, quando submetidas a análise de variância a 5% de significância, demonstram diferença significativa entre faixa central da máquina colhedora (T1) com maior aporte de resíduos (51,8%) para as demais faixas de distribuição. A distribuição de residual nos tratamentos classificadas como T2, T3 e T4, não diferiram significativamente entre si, porém é notável uma pequena diferença de alocação de resíduos vegetais, conforme pode ser observado na tabela 2.

Tabela 2: Distribuição horizontal dos resíduos da soja após a colheita no ano agrícola 2019/2020 em Cândido Godói – RS.

Tratamentos	Massa seca do residual da soja	
	(t ha ⁻¹)	(%)
T1 (eixo central da plataforma de corte)	9,60 a*	51,75
T2 (lateral direita da plataforma de corte)	3,38 b	18,22
T3 (entrepassadas de plataforma de corte)	2,54 b	13,70
T4 (lateral esquerda da plataforma de corte)	3,03 b	16,33
CV (%)	29,25	

*Médias não seguidas por mesma letra diferem significativamente entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Fonte :Elaborado pelo autor, 2021.

Apesar dos tratamentos T2, T3 e T4 diferirem apenas do tratamento T1 de distribuição do residual a soja, podemos verificar um pequeno incremento de palhada conforme as faixas de coleta, podendo esse fato ser um fator de prospecção para a formação de manchas de fertilidade na lavoura, devido a heterogeneidade na disposição de nutrientes presentes na matéria seca da soja após a colheita.

Desta forma, as proporções de palhada distribuídas ao solo em diferentes quantidades, podem interferir diretamente sobre os atributos do solo, sejam físicos, químicos ou biológicos, através da estimulação de microrganismos benéficos e decompositores, que aumentam a biodiversidade da fauna do solo e atuam na formação da fração da matéria orgânica, além da ciclagem de nutrientes, sendo de

extrema importância para promover a conservação do solo e se chegar mais próximo do potencial máximo das culturas (SANTI, *et al.*, 2015).

Uma diferença de alocação de resíduos vegetais em faixas de maiores proporções, contrastando com faixas de menor deposição, como observadas no trabalho, podem ocasionar também problemas na semeadura da cultura subsequente, como falhas ou desuniformidades de emergência, envelopamento de sementes no sulco de semeadura e embuchamento do sistema de corte e sulcadores de semeadoras (TOLOTTI, 2018), acarretando em transtornos operacionais ao produtor e perda de potencial produtivo da cultura sucessora.

Segundo Constantin *et al.* (2011), a palhada sobre o solo atua como uma barreira física, realizando um controle sob a germinação e emergência de algumas plantas daninhas, principalmente as fotoblasticas positivas, pois tem a capacidade de suprimir a incidência solar sobre o solo. Nesse contexto, a cobertura uniforme de restos culturais sobre o solo pode ser um diferencial no controle da buva (*Conyza spp.*) por exemplo, caracterizada por ser uma espécie que necessita de luminosidade para sua germinação, e destacada por ser umas das principais invasoras no cultivo da soja.

Um trabalho conduzido por Correia (2002) sob o manejo de palha de sorgo, concluiu que o tratamento somente com a palhada sobre o solo, não diferiu significativamente do tratamento com o uso de herbicida no controle de plantas daninhas, correspondendo a 88,75% e 91,25% de supressão, respectivamente. Segundo Arévalo e Bertoncini (1999), os resíduos da colheita mecanizada de cana-de-açúcar por exemplo, controlam mais de 50% das plantas daninhas. O autor ainda identificou que a eficácia do controle está ligada à quantidade, à densidade e à distribuição de resíduos no campo.

Já as amostras de matéria seca do nabo forrageiro, não obtiveram diferença significativa entre os tratamentos de distribuição do residual da soja, porém podemos observar um incremento de biomassa vegetal no T1, caracterizada pela faixa de maior deposição de residual da cultura da soja, conforme a tabela 3, podendo esse ser o fator responsável por uma maior liberação e ciclagem de nutrientes, e conseqüentemente uma maior disponibilidade desses nutrientes para a absorção e desenvolvimento de matéria vegetal do nabo forrageiro.

Tabela 3: Produção de matéria seca do nabo forrageiro em sucessão à distribuição de resíduos de colheita de soja no ano agrícola 2019/2020 em Cândido Godói – RS.

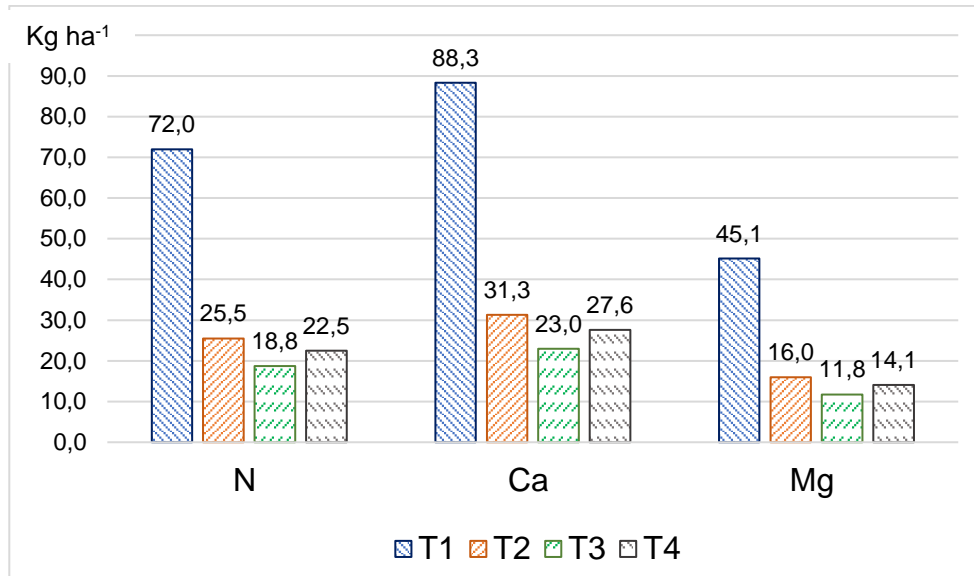
Tratamentos	Matéria seca do nabo forrageiro (t ha ⁻¹)
T1 (eixo central da plataforma de corte)	6,29 ns*
T2 (lateral direita da plataforma de corte)	5,64
T3 (entrepassadas de plataforma de corte)	5,71
T4 (lateral esquerda da plataforma de corte)	6,00
CV (%)	28,99

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

Fonte: Elaborado pelo autor, 2021.

Esses valores indicam que o nabo forrageiro não respondeu significativamente com um incremento de biomassa vegetal quando submetido a diferentes faixas de distribuição de palhada de soja, com diferentes níveis de nitrogênio, cálcio e magnésio. Entretanto, como o solo na condição inicial do estudo apresentou um nível de matéria orgânica classificada como média (3,4%), e níveis de Ca (11,4 cmol_c dm³) e Mg (4,1 cmol_c dm³) classificados como altos, de acordo com SBCS (2016), pode ter relação com esse resultado. A disponibilidade de N na matéria orgânica, combinado aos altos níveis de Ca e Mg no solo, evitou que esses nutrientes se tornassem limitantes para o desenvolvimento do nabo forrageiro, mesmo em disposições maiores em algumas faixas de deposição do residual da soja.

Figura 2: Teores de Nitrogênio, Cálcio e Magnésio na matéria seca da soja conforme a variabilidade horizontal na distribuição residual após a colheita, no ano agrícola 2019/2020 em Cândido Godói -RS.



Fonte: Elaborado pelo autor, 2021.

Conforme a variabilidade horizontal na distribuição de resíduos, está presente o fator de retorno de N ao meio produtivo. Considerando um teor médio de 45 kg ha⁻¹ de N nos resíduos da soja após a colheita (HUNGRIA *et al.*, 20013), com uma relação média de 6 t ha⁻¹ de matéria seca (TOLOTTI, 2018), os dados demonstram um contraste na disposição desse elemento pela palhada. No estudo em questão, a faixa de alta deposição de residual da soja dispõe cerca de 72 kg ha⁻¹ de N, para aproximadamente 25,5 e 22,5 ha⁻¹ de N nas faixas de média deposição e de 18,8 kg ha⁻¹ de N na faixa de baixa deposição.

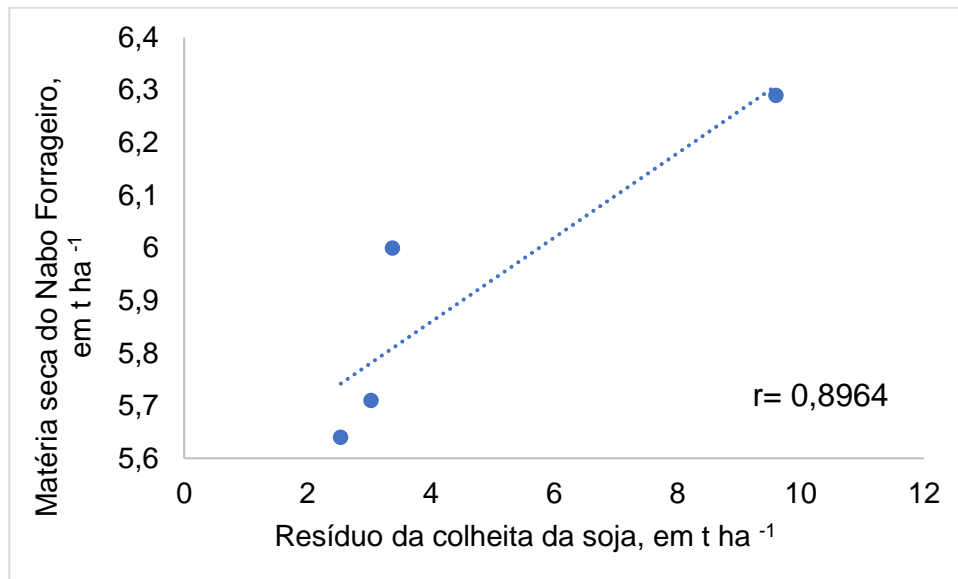
A disposição irregular de N ao longo do solo, pode ser um fator determinante para o desenvolvimento da cultura sucessora, como nabo forrageiro, participante ativo na ciclagem desse elemento, ou a cultura do trigo, uma gramínea anual altamente responsiva na produção de biomassa e dependente de doses elevadas para seu desenvolvimento e produção de grãos. Faixas de disponibilidade de nitrogênio em proporções diferentes, pode acarretar em uma absorção inferior a ideal pela cultura sucessora, ou disposição superior a necessária em algumas faixas, ocorrendo assim, muitas vezes a perda desse elemento no meio produtivo (GASSEN, 2002).

Para os nutrientes Cálcio e Magnésio, para cada tonelada de matéria seca da soja após a colheita, as concentrações desses elementos no residual expressam 9,2 kg e 4,7 kg respectivamente (EMBRAPA, 2013). Relacionando esses valores com os resultados na variabilidade horizontal de distribuição dos resíduos pós colheita, obtemos uma heterogeneidade da disposição desses nutrientes ao solo, contrastando de 88,3 kg ha⁻¹ de Ca e 45,1 kg ha⁻¹ de Mg na faixa de alta deposição de resíduos para 23 kg ha⁻¹ Ca e 11,8 kg ha⁻¹ Mg na faixa de baixa deposição, respectivamente. Em conversão desses valores buscando uma relação com a composição química no solo, esses dados representam um adendo de cerca de 0,1622 cmol_c dm⁻³ de Ca, e 0,1370 cmol_c dm⁻³ de Mg, o que pode ser significativo ao longo dos anos com sobreposição nas mesmas faixas de distribuição.

Os nutrientes Ca e Mg, possuem uma certa competição por sítios de adsorção no solo e de absorção pelas raízes das plantas, devido principalmente as suas relações químicas próximas no solo (MEDEIROS, *et al.*, 2008). Em consequência disso, a distribuição irregular desses elementos, ou de forma excessiva em alguns locais no solo, devido por exemplo, a heterogeneidade na distribuição de resíduos pós colheita ao longo dos anos, pode prejudicar a absorção de Ca²⁺ e Mg²⁺ pelas plantas, ou de elementos com valência de absorção próximas.

Variações nos teores de Ca e Mg também podem prejudicar o desenvolvimento de raízes e parte aérea de plantas, alterando o equilíbrio entre esses dois nutrientes e outros cátions no solo. A adição de quantidades diferentes de Ca e Mg em faixas no solo, também podem alterar a relação desses elementos na CTC do solo, a qual é relacionada como ideal na proporção de 3:1 para a cultura da soja, de acordo com SILVA (1980).

Gráfico 2: Correlação entre o residual da soja após a colheita e a matéria seca do nabo forrageiro no ano agrícola 2019/2020 em Cândido Godói/RS.



A análise do grau de correlação entre as matérias secas da soja e as matérias secas do nabo forrageiro (Gráfico 2) evidenciam o coeficiente de correlação de Pearson (r) em 0,8964, caracterizando uma correlação forte positiva, muito próxima a 1,0. Esse fato evidencia que há um incremento de produção de biomassa pelo nabo forrageiro, à medida que se aumenta a disposição sobre o solo de resíduos da soja após a colheita.

De acordo com a Embrapa (2013), uma distribuição irregular de resíduos na superfície do terreno combinado com desuniformidades do micro relevo, podem contribuir para provocar uma emergência desuniforme da cultura subsequente, além de diminuir o crescimento inicial e atrasar a maturidade.

CONCLUSÃO

Os resíduos da colheita da soja, quando na ausência de uma regulação adequada do mecanismo picador/espalhador da máquina colhedora, proporciona uma deposição horizontal de palhada desuniforme na lavoura, variando de 9,60 t ha⁻¹ no eixo central de passagem da colhedora, para 2,54 t ha⁻¹ nas entressadas da plataforma de corte.

A distribuição irregular dos resíduos da soja após a colheita, acarreta na disposição de nutrientes em faixas, contrastando de 72 kg ha⁻¹ de N, 88,3 kg ha⁻¹ de Ca e 45,1 kg ha⁻¹ de Mg na faixa de maior deposição de resíduos, para 18,8 kg ha⁻¹ de N, 23 kg ha⁻¹ Ca e 11,8 kg ha⁻¹ Mg na faixa de menor deposição, respectivamente.

As massas da matéria seca do nabo forrageiro se correlacionaram positivamente com as diferentes faixas de distribuição dos resíduos da soja após a colheita, aumentando a produção de biomassa do nabo, de acordo com o aumento de palhada da soja distribuída sobre o solo.

REFERÊNCIAS

- MAPA, **Ministério da agricultura, pecuária e abastecimento**. Disponível em: <https://www.gov.br/agricultura/agrostat/indicadores/agricultura>. Acesso em 24 abr. 2020.
- AITA, C.; GIACOMINI, S. J. Decomposição e liberação de nitrogênio de resíduos culturais de plantas de cobertura de solo solteiras e consorciadas. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Santa Maria, p. 601-612, 2003.
- ARÉVALO, R.A.; BERTONCINI, E.I. **Manejo Químico de Plantas Daninhas nos Resíduos de Colheita de Cana Crua**. v. 17, n. 4, p. 36-38, 1999.
- ALVARENGA, Ramon Costa *et al.* Plantas de Cobertura de Solo para Sistema Plantio Direto. **Informe agropecuário**, Belo Horizonte, v. 22, n. 208, p. 25-36, 2001.
- ARAÚJO, Francisca Thais da Silva. **Caracterização do sistema de produção da cultura da Soja (*Glycine max* L. Merrill) no Município de Paragominas**. 2016. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Agronomia) - Universidade Federal Rural da Amazônia, Paragominas, 2016
- ARAÚJO, Waldeino Antonio de. **Acúmulo de Matéria Seca e Marcha de Absorção de Nutrientes em Soja de Crescimento Determinado e Indeterminado**. Dourados: UFGS, 2018.
- BARROS, T. D.; JARDINE, J. D. **Nabo Forrageiro**. Brasília: Ageitec. Disponível em: <http://www.agencia.cnptia.embrapa.br/gestor/agroenergia/arvore/CONT000fbl23vn002wx5eo0sawqe38tspejq.html>. Acesso em 08 maio 2020.
- BATAGLIA, O. C.; MASCARENHAS, H. A. A.; TEIXEIRA, J. P. F.; TISSELI, O. **Acúmulo de Matéria Seca e Nutrientes, em Soja Cultivar Santa-Rosa**. BRAGANTIA, Revista Científica do Instituto Agrônomo do estado de São Paulo. v. 35, n. 21, Campinas, 1976.
- BRASI, L.A.C.S.; DENUCCI, S.; PORTAS, A.A. **Nabo - Adubo Verde, Forragem e Bioenergia**. Infobibos, 2008. Disponível em: http://www.infobibos.com/Artigos/2008_2/nabo/index.htm. Acesso em: 08 maio 2020.

CÂMARA, Gil Miguel de Sousa. **Fixação Biológica de Nitrogênio em Soja**. Piracicaba: IPNI, n. 147, 2014.

CONAB. **Acompanhamento da Safra Brasileira de Grãos– Safra 2019/20**. Brasília, n. 7, p 1-25, 2020.

CONSTANTIN, Jamil *et al.* Influência da Palha de Soja na Eficácia do Herbicida Gamit para o Controle de Picão-Preto. *In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ALGODÃO*, 8; COTTON EXPO., 2011, São Paulo. **Anais [...]**. São Paulo, 2011.

CONTE, Osmar *et al.* **Resultados do Manejo Integrado de Pragas da Soja na safra 2016/17 no Paraná**. Londrina: Embrapa Soja, n. 394, 2016.

CORREIA, N. M. **Palhadas de Sorgo Associadas ao Herbicida Imazamox no Controle de Plantas Daninhas e no Desenvolvimento da Cultura da Soja em Sucessão**. 2002. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2002.

CRISPINO, Carla Cripa *et al.* **Adubação Nitrogenada na Cultura da soja**. Londrina: MAPA, 2001.

CRUZ, José Carlos *et al.* **Plantio Direto**. Ageitec. Disponível em: https://www.agencia.cnptia.embrapa.br/gestor/milho/arvore/CONTAG01_72_59200523355.html. Acesso em 24 abr. 2020.

DECHEN, Antônio Roque; NACHTIGALL, Gilmar Ribeiro. **Elementos Requeridos à Nutrição de Plantas**. Viçosa: SBCS, p. 93-132, 2007.

DERPSCH, R.; SIDIRAS, N.; HEINZMANN, F. X. Manejo do Solo com Coberturas Verdes de Inverno. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, p. 761-773, jul. 1985.

EMBRAPA SOJA. Londrina: **História da Soja**. Disponível em: <https://www.embrapa.br/soja/cultivos/soja1/historia>. Acesso em 22 abr. 2020.

EMBRAPA SOJA. Londrina: **Soja em Números - Safra 2018/19**, 2019. Disponível em: <https://www.embrapa.br/soja/cultivos/soja1/dados-economicos>. Acesso em 24 abr. 2020.

EMBRAPA SOJA. Londrina: **Tecnologias de Produção de Soja - Região Central do Brasil**, 2013 - ISSN 2176-2902.

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

FERNANDES JÚNIOR, P. I.; REIS, V. M. **Algumas Limitações à Fixação Biológica de Nitrogênio em Leguminosas**. Embrapa Agrobiologia, p. 33, n. 252, 2008.

GASSEN, Dirceu N. **A Necessidade de Nitrogênio em Soja**. Agrolink, jun. 2002. Disponível em: https://www.agrolink.com.br/colunistas/a-necessidade-de-nitrogenio-em-soja_383613.html. Acesso em 22 abr. 2020.

GAZZONI, Décio Luiz. **A Sustentabilidade da Soja no Contexto do Agronegócio Brasileiro e Mundial**. Londrina: Embrapa soja, n. 344, 2013.

GIACOMINI, S. J.; AITA, C.; VENDRUSCULO, E. R. O.; CUBILLA, M.; NICOLOSO, R. S.; FRIES, M. R. Matéria Seca, Relação C/N e Acúmulo de Nitrogênio, Fósforo e Potássio em Misturas de Plantas de Cobertura de Solo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 27, n.2, Viçosa, mar./abr., 2003.

HUNGRIA, M.; CAMPO, R. J.; MENDES, I. C. **Fixação Biológica de Nitrogênio na Cultura da Soja**. Londrina: Embrapa soja, n. 35, 2001.

HUNGRIA, M.; MENDES, I. C.; MERCANTE, F. M. **A Fixação Biológica do Nitrogênio como Tecnologia para Baixa Emissão de Carbono para as Culturas do Feijoeiro e da Soja**. Londrina: Embrapa Soja, n. 337, 2013.

JUNIOR, A. A. B; BACKES, R. L.; TÔRRES, A. N. L. Desempenho de Plantas Invernais na Produção de Massa e Cobertura do Solo sob Cultivos Isolado e em Consórcios. **Revista de Ciências Agroveterinárias**, Lages, v.3, n.1, p.38-42., mar. 2004.

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

MARCON, Evelin Cristina *et al.* Uso de Diferentes Fontes de Nitrogênio na Cultura da Soja. **Revista Thema**, Joaçaba, v. 14, n. 2, p. 298-308, 2017.

MEDEIROS, João Carlos *et al.* Relação Cálcio:Magnésio do Corretivo da Acidez do Solo na Nutrição e no Desenvolvimento Inicial de Plantas de Milho em um Cambissolo Húmico Álico. **Ciências Agrárias**, Londrina, v. 29, n. 4, p. 799-806, out./dez. 2008.

MIGUEL, D. L.; MOREIRA, F. M. S. Influência do pH do Meio de Cultivo e da Turfa no Comportamento de Estirpes de *Bradyrhizobium*. **Revista Brasileira de Ciência do solo**, p. 873-883, jun. 2001.

OLIVEIRA, Ana Cláudia Barneche; DA ROSA, Ana Paula Schneid Afonso. **Indicações Técnicas para a Cultura da Soja no Rio Grande do Sul e em Santa Catarina, safras 2014/2015 e 2015/2016**. Pelotas:Embrapa, 2014.

SANTI, A. L. *et al.* Multifuncionalidade de Biomassas de Cobertura do Solo e Agricultura de Precisão. **Revista Plantio Direto**, v. 137-138, p. 16-23, 2014.

SANTOS, Humberto Gonçalves dos *et al.* **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. 5. ed. Brasília: Embrapa, 2018. p. 356.

SILVA, Claudison José da *et al.* **Relações de Cálcio e Magnésio no Desempenho Produtivo do Milho em Casa de Vegetação**. In: XIV Seminário Nacional de Milho Safrinha. Cuiabá, nov. 2017.

SILVA, José Eurípedes. Balanço de Cálcio e Magnésio e Desenvolvimento do Milho em Solos sob Cerrado. **Pesquisa agropecuária brasileira**, Brasília, p. 329-333, jul. 1980.

SFREDO, Gedi Jorge. **Soja no Brasil: Calagem, Adubação e Nutrição Mineral**. Londrina: Embrapa soja, n. 305, 148 p., 2008.

SBCS. **Manual de Calagem e Adubação para os Estados do Rio Grande do Sul e Santa Catarina**. 11. ed. Sociedade Brasileira de Ciência do Solo- Núcleo Regional Sul, 2016. p. 376.

SUGUISAWA, Jorge Murilo. **Diagnóstico da Condição Tecnológica sob a Ótica da Qualidade, das Operações Mecanizadas da Cultura do Trigo em Sistema Plantio Direto**. Piracicaba: ESALQ/USP, 2004.

TEDESCO M.J., GIANELLO C., BISSANI C.A., BOHNEN H., VOLKWEISS S.J. **Análises de solo, plantas e outros materiais**. 2 ed. Porto Alegre: UFRGS, 1995.

TOLOTTI, Fabrício Carboni. **Análise do Sistema de Espalhamento de Palha em Colheitadeiras de Grãos**. Porto Alegre:UFRGS, 2018.