



## INFLUÊNCIA DA RELAÇÃO C/N DE PLANTAS DE COBERTURA SOBRE A CULTURA DA SOJA

Guilherme Ishii Neves<sup>1</sup>, Leandro Augusto Moraes de Mello<sup>2</sup>, Eduardo Vigilato Brunetta<sup>3</sup>  
Stéphanie Abisag Sáez Meyer Piazza<sup>4</sup>, Renan Boldrin Bernardo<sup>5</sup>, Anny Rosi Mannigel<sup>6</sup>

<sup>1</sup>Acadêmico do Curso de Agronomia, Campus Maringá-PR, Universidade Cesumar - UNICESUMAR. Bolsista PIBIC/ICETI-UniCesumar. [guilhermeishiineves1@gmail.com](mailto:guilhermeishiineves1@gmail.com)

<sup>2</sup>Acadêmico do Curso de Agronomia, Campus Maringá-PR, Universidade Cesumar - UNICESUMAR. [leandroaugusto201489@hotmail.com](mailto:leandroaugusto201489@hotmail.com)

<sup>3</sup>Acadêmico do Curso de Agronomia, Campus Maringá-PR, Universidade Cesumar - UNICESUMAR. [eduardobtt18@hotmail.com](mailto:eduardobtt18@hotmail.com)

<sup>4</sup>Pós-Doutoranda, Campus Maringá-PR, Universidade Cesumar - UNICESUMAR. Bolsista ICETI-UniCesumar/Fundação Araucária. [s.meyer.piazza@gmail.com](mailto:s.meyer.piazza@gmail.com)

<sup>5</sup>Acadêmico do Curso de Agronomia, Campus Maringá-PR, Universidade Cesumar - UNICESUMAR. Bolsista ICETI-UniCesumar/Fundação Araucária. [renanboldrinb99.b@gmail.com](mailto:renanboldrinb99.b@gmail.com)

<sup>6</sup>Orientadora, Doutora, Docente no Curso de Agronomia, Universidade Cesumar - UNICESUMAR. Pesquisadora do Instituto Cesumar de Ciência, Tecnologia e Inovação – ICETI. [anny.mannigel@unicesumar.edu.br](mailto:anny.mannigel@unicesumar.edu.br)

### RESUMO

A palhada das plantas de cobertura mantida sobre o solo no plantio direto representa uma reserva de nutrientes para cultivos subsequentes e também pode interferir no processo de desenvolvimento da cultura. Portanto, a cultura da soja é de grande importância econômica para o Brasil. Assim, segundo CONAB, na safra 21/22, o país semeou uma área aproximada de 41.492.000 milhões de hectares, obtendo uma produtividade média nacional de 3025 kg/há. O objetivo deste trabalho é avaliar o efeito de plantas de cobertura com diferentes relações de carbono (C) e nitrogênio (N) sobre a soja (*Glycine max*). Para alcançá-lo, realizou-se um experimento de delineamento em blocos casualizados, com cinco tratamentos e quatro repetições, sendo as testemunhas a aveia (*Avena sativa*), ervilha forrageira (*Pisum sativum*), nabo forrageiro (*Brassica rapa*) e crotalária juncea (*Crotalaria juncea L.*). As plantas de cobertura foram semeadas e, após seu desenvolvimento, foram dessecadas e, posteriormente, feita a semeadura da soja. Durante o ciclo da soja foi feito o uso do clorofilômetro para aferir o teor de clorofila total da folha de soja. Além disso, após a colheita da soja, outros dados foram analisados, como rendimento da cultura e peso de mil grãos (PMG). Esses dados foram analisados por meio da análise de variância, pelo software SISVAR – DES/USFLA, pelo teste de Skott-Knot, com nível de significância de 5%. A soja cultivada sob as plantas de cobertura não obteve diferença significativa nos teores de clorofila e rendimento da cultura, apenas diferença significativa para peso de mil grãos (PMG).

**PALAVRAS-CHAVE:** Clorofilômetro; *Glycine max*; Peso de mil grãos.

### 1 INTRODUÇÃO

O sistema plantio direto (SPD) pode ser considerado um grande avanço no sistema produtivo brasileiro. Esse tipo de prática de conservação de solos tem sido cada vez mais utilizada para beneficiar a qualidade do solo.

As plantas de cobertura têm sido utilizadas com finalidade de melhorar as condições dos solos com baixa fertilidade natural e conservar a qualidade daqueles que são produtivos (DEVINCENTINS *et al.*, 2020). O uso da adubação verde tem, inclusive, sido realizado em conjunto com a fertilização mineral (PERALTA-ANTONIO; WATTHIER; SANTOS, 2021), buscando reduzir a quantidade demandada deste último pelas culturas econômicas. Isso se dá, principalmente, pelo uso de fertilizantes solúveis, que demandam altos gastos de energia em sua produção, o que reflete o alto custo de produção das lavouras.

As plantas de cobertura têm um papel fundamental na agricultura, como, por exemplo, protegendo de grandes perdas de solo por erosão, fazendo ciclagem de nutrientes e promovendo a preservação dos microrganismos do solo, além de incrementar N no solo pela fixação biológica de nitrogênio (FBN) nas leguminosas e conservando a umidade no solo (DERPSCH *et al.*, 1985). O uso de plantas de cobertura em um sistema de rotação de



culturas é um dos princípios fundamentais para manter o equilíbrio da sustentabilidade dos sistemas agrícolas, pois oferecem condições favoráveis ao crescimento e desenvolvimento das culturas subsequentes (PACHECO *et al.*, 2011, apud CREMONEZ, 2018).

A palhada em conjunto com a biomassa microbiana, facilitam um sistema de melhoramento do solo, tornando-se a base para a formação de matéria orgânica (NEMRSCKI, 2019). Sendo assim, promove a ciclagem de nutrientes e melhora as propriedades físicas do solo por meio da decomposição biológica no solo, causando aumento da infiltração no solo e do armazenamento de água (WEIRICK, 2021). Elas também podem controlar ervas daninhas através de seus efeitos supressor/alelopáticos em culturas subsequentes.

A fitomassa produzida pelas plantas de cobertura proporciona um ambiente adequado, principalmente nas primeiras semanas do estabelecimento da cultura comercial, visto que protege a planta contra oscilações de temperatura do solo e redução da evaporação de água armazenada no solo, tornando, assim, mais tolerante a períodos de déficit hídrico e protegendo o solo do impacto das gotas de chuva (SOFRÉ FILHO *et al.*, 2004).

A cultura da soja apresenta grande importância para a agricultura paranaense, de tal sorte que se buscam alternativas para incrementar cada vez mais seu rendimento. No Paraná, a área plantada com a oleaginosa na safra 2021/2022 apresentou rendimento médio de 3.025 kg ha<sup>-1</sup> (CONAB, 2022).

O nitrogênio (N) é o nutriente de grande importância e requerido em maior necessidade para a cultura da soja. Sendo que o uso de leguminosas é eficiente para FBN (fixação biológica de nitrogênio), pois fornece nitrogênio para o solo e melhora suas propriedades físicas, químicas e biológicas. Ele participa de todas as fases de desenvolvimento da planta e crescimento vegetativo ao enchimento de grãos. Sendo assim, é absorvido do solo nas formas minerais, amônio (NH<sub>4</sub><sup>+</sup>) ou nitrato (NO<sub>3</sub><sup>-</sup>), por meio de bactérias que realizam a FBN (HUNGRIA *et al.*, 2017).

Além disso, o N interfere no melhoramento da qualidade do fruto, aumenta o teor de proteína na biomassa da cultura e favorece o crescimento de vegetais folhosos (LEGHARI *et al.*, 2016). Para suprir a alta demanda de N das sementes, a soja acumula o elemento nas partes vegetativas (hastes, pecíolos e folhas) e remobiliza-o para os grãos durante a fase de granação (GASPAR *et al.*, 2017). Assim, em áreas com produtividade em torno de 6.000-8.000 kg ha<sup>-1</sup>, cerca de 480-640 kg N ha<sup>-1</sup> precisariam ser acumulados pelas plantas (LA MENZA *et al.*, 2017). Assim sendo, para uma maior produção de sementes, será necessária uma alta demanda de nitrogênio no solo.

As gramíneas fornecem elevadas quantidades de fitomassa, pois possuem uma alta relação C/N, o que ocasiona uma maior durabilidade do material sobre o solo, ou seja, existe forte imobilização de N (PERIN *et al.*, 2004). Em contrapartida, as leguminosas fornecem maior disponibilização de nitrogênio para o sistema em virtude da baixa relação C/N da sua fitomassa, na qual a decomposição é mais rápida (ALVARENGA *et al.*, 2001).

Segundo Oliveira *et al.* (2019), a relação C/N nada mais é do que a razão entre as quantidades de carbono (C) e nitrogênio (N) presentes na biomassa da cultura. A relação C/N de uma cultura está diretamente relacionada à decomposição e sua mineralização, e culturas com alta relação C/N têm menores taxas de decomposição e seus resíduos permanecem mais tempo no solo e culturas com baixa relação C/N, apresentam uma rápida decomposição, porém, por meio de uma alta mineralização, torna-se fonte de nutrientes para o solo, em especial o nitrogênio orgânico.

A relação C/N da palhada permite estimar o potencial das plantas de cobertura em incrementar a oferta de N para as culturas sucessoras (BOER *et al.*, 2007, apud MELGAREJO, 2011). Segundo Cantarella (2007), a velocidade na disponibilização de N oriundo da matéria vegetal de plantas de cobertura é induzida por vários fatores, dos quais



os mais significativos são quantidade de nitrogênio disponível na matéria seca e sua relação C/N.

Uma das principais plantas de cobertura utilizada na região sul do Brasil e no estado de São Paulo é a aveia preta (*Avena strigosa*), com intuito de adubo verde de inverno (CALEGARI, 2001). A aveia é uma gramínea de clima temperado, que pode ser cultivada em diferentes condições climáticas e possui diversas possibilidades de uso, tanto para a produção de cereais, reciclagem de nutrientes, como forragem, capacidade de perfilhamento, cobertura do solo, adubação verde, quanto para a supressão de plantas invasoras (BACK, 2018). Caracteriza-se por crescimento vigoroso e tolerância à acidez nociva do solo causada pela presença de alumínio (FONTANELLI, 2012). Segundo artigo de Galina, (2022), a aveia preta teve uma relação baixa de 12,50 C/N, se comparado ao trabalho feito por Redin (2016), cuja relação C/N observada foi de 37 e para o trabalho de Giacomini (2004), obteve relação C/N de 34,2 considerando alta.

Segundo Wildner e Dadalto (1992), a ervilha forrageira (*Pisum sativum arvense*) tem um bom desenvolvimento na região sul do Brasil por conta de ser um clima temperado de ciclo curto e apresenta boas produções de matéria seca. A ervilha é opção vantajosa em comparação a outras plantas de cobertura para ser manejada no inverno, pois oferece precocidade, uniformidade e rápido crescimento inicial, reduzindo, assim, o uso de herbicidas dessecantes na implantação de culturas comerciais sobre a ervilha forrageira. Por ser fixadora de nitrogênio, ela auxilia nas culturas subsequentes nesse elemento (TOMM *et al.*, 2003). Doneda *et al.* (2012) relataram por, meio de seu trabalho, que a ervilha forrageira apresenta uma relação C/N de 14/1.

Bertol *et al.* (2004) citados por Cremones (2018), observaram que um esquema de rotação de culturas em sistema de plantio direto, com utilização de nabo, aveia e ervilhaca, dentro de uma sucessão de soja e milho, embora tenha aumentado os teores de carbono orgânico do solo, mesmo após três anos, as propriedades físicas do solo não foram alteradas. Tendo-se que em ambas espécies se tenha um ótimo benefício para as culturas sucessoras, aumentando a produtividade destas.

O nabo forrageiro é uma planta oleaginosa pertencente à família das brassicáceas, que, devido às suas características de ciclagem de nutrientes é bastante utilizada na rotação de culturas (SANTOS, 2018), ele apresenta um ciclo curto que de 30 a 45 dias cobre o solo, competindo com plantas invasoras desde o início do seu desenvolvimento, oferecendo um baixo custo de implantação e ainda possuindo benefício de não ser um hospedeiro de fitopatógenos das demais espécies cultivadas, podendo incorporar até 135 kg/ha de N ao solo (SANTOS e REIS, 2001). Santos *et al.* (2018) afirmam que o nabo forrageiro (*Raphanus sativus* L) é muito cultivado, principalmente nas regiões sul e centro-oeste do Brasil. Nabo forrageiro é bastante rústico e tem um bom desenvolvimento até em solos de baixa fertilidade e resiste a geadas tardias (SANTOS *et al.*, 2002).

O nabo forrageiro em cultivo solteiro acumulou uma quantidade de nitrogênio semelhante ao trabalho de Redin (2016), a cultura acumulou 119 kg de N/ha. Complementando outras citações, em Doneda (2012) a cultura teve um acúmulo de 208 kg de N/ha. O nabo forrageiro teve uma relação C/N de 16,67, não deferindo dos tratamentos com CE+NF+ER (Centeio + Nabo forrageiro + Ervilha forrageiro) e pousio (GALINA, 2022). No trabalho conduzido por Redin (2016), a relação C/N do nabo foi de 26, já Giacomini (2004) constatou que a relação desta cultura foi de 22,4.

A crotalária (*Crotalária juncea*) é uma leguminosa anual de crescimento arbustivo ereto, possui resistência à seca, apresenta rápido crescimento (BOSCOLO *et al.*, 2020) e seu maior uso é como adubação verde, apresentando um rápido crescimento, uma alta competição de plantas invasoras e elevada eficiência de produção de biomassa e FBN (AMABILE *et al.*, 2000). A leguminosa é pouco exigente em fertilidade do solo e também é



uma opção nos manejos de controle de nematoide (PEREIRA *et al.*, 1992; BRINGEL e SILVA, 2000).

Os adubos verdes que apresentam relação C/N abaixo de 25/1, a exemplo da crotalária (100L0G) no trabalho de Galina, (2022), são caracterizados por rápida decomposição e mineralização de nutrientes, principalmente Nitrogênio (WATTHIER *et al.*, 2019), ficando suscetível aos processos de volatilização e lixiviação, visto que a quantidade mineralizada pode ser superior àquela demandada por microrganismos e plantas cultivadas (CONGREVES; VAN EERD, 2015). Em trabalho conduzido por Seixas *et al.* (2019), constatou-se o valor de C/N para Crotalária juncea de 15,8.

Conforme Allison (1966), plantas com relação C/N entre 25 a 30 demonstram um equilíbrio entre processos de mineralização e imobilização. E segundo Nicolardot *et al.*, (2001), a relação C/N das plantas de coberturas tem sido muito usadas para presumir a disponibilidade de nitrogênio que terá no sistema durante a decomposição dos materiais orgânicos.

O objetivo deste trabalho foi avaliar o desempenho da cultura da soja semeada em plantio direto sobre restos de plantas de coberturas de diferentes relações C/N.

## 2 MATERIAIS E MÉTODOS

O experimento foi desenvolvido na fazenda BIOTEC da instituição UNICESUMAR, localizada na cidade de Maringá, no estado do Paraná. Com clima caracterizado subtropical, com temperaturas médias de 20,7°C e 73% de umidade relativa e temperaturas médias dos meses mais frios (junho e julho) em torno de 16,7°C. Precipitação anual de 1.600 mm (BORROZINO, 2004). Foi realizada a coleta de amostra de solo do campo, onde foi conduzido o experimento, para ser submetida à análise química do solo. Conforme o Santos (2011), a classificação do solo é um Latossolo Vermelho Distroférrico.

O experimento conduzido com início da semeadura das plantas de cobertura em 04 junho de 2021, que se desenvolveu até início de setembro. No dia 04 setembro de 2021 foi feita a dessecação com herbicida (glyphosate). Após 21 dias foi efetuada a semeadura da cultura da soja sobre as plantas de coberturas desseçadas, no dia 25 setembro de 2021. A cultivar de Soja (*Glycine max*) que foi semeada, é LG 60163 IPRO de grau de maturação 6.3, com população de semente de 226.664 mil/ha e adubação de base de 345 kg.ha<sup>-1</sup> do formulado 00-26-26.

O experimento foi feito em delineamento de blocos casualizados, com 5 tratamentos, constituído por plantas de cobertura, como T1- testemunha, T2 Aveia preta IAPAR 61, T3 Ervilha forrageira IAPAR 83, T4 Nabo forrageiro IPR 116 e T5 Crotalaria juncea, possuindo 4 repetições cada tratamento, totalizando 20 parcelas com dimensões de 9,0 m de comprimento por 5,0 m de largura com área 45 m<sup>2</sup>.

A semeadura das plantas de cobertura foi feita a lanço e as sementes foram incorporadas ao solo com grade niveladora de arrasto. Para a semeadura foram utilizadas 50 kg.ha<sup>-1</sup> de Aveia preta, 60 kg.ha<sup>-1</sup> de Ervilha forrageira, 15 kg.ha<sup>-1</sup> de Nabo forrageiro e 40 kg.ha<sup>-1</sup> de *Crotalaria juncea*.

Foi efetuada a instalação da irrigação, mas não foi utilizada com frequência, somente quando ocorria déficit hídrico e começava a prejudicar com muita intensidade a cultura.

Para mensuração do teor de clorofila total da cultura da soja, o aparelho utilizado foi clorofilômetro, modelo clorofiLOG, da marca FALKER. As leituras iniciaram-se no par unifoliado (V1) da cultura da soja, foram realizadas quinzenalmente e se estenderem até o estágio reprodutivo R3, no qual se iniciou a formação das vagens. As medições foram feitas em duas plantas em cada parcela.



Assim que a cultura da Soja chegou em seu ponto de maturação e com a diminuição da umidade dos grãos, no dia 19 fevereiro de 2022, ocorreu a colheita de cada parcela das áreas analisadas de 9,45 m<sup>2</sup> (3,15 x 3,00 m), as quais passaram pelo processo de trilhamento separadamente e, posteriormente, foram analisadas: produtividade e peso de mil grãos (PMG). Para determinação de produtividade de cada parcela, foram realizados cálculos como quantidade de massa de grãos obtida na área de colheita (kg de grãos de soja em 9,45m<sup>2</sup> da área de colheita), transformado para um hectare (10.000m<sup>2</sup>) resultando, assim, em quilograma por hectare. Foi coletada uma amostra de grãos de cada parcela e contado mil grãos através de equipamento que quantifica grãos automaticamente, aferindo, assim, a massa da quantidade de mil grãos.

Os dados coletados pelo clorofilômetro, e quanto os dados de produtividade, peso de mil grãos (PMG), foram submetidos à análise e variância, pelo software SISVAR (FERREIRA, 2019), pelo teste de Scott-Knott, ao nível de significância de 5%.

### 3 RESULTADOS E DISCUSSÕES

O teor de clorofila é um parâmetro utilizado para aferir a saúde das plantas, que é determinada em função da quantidade de nitrogênio absorvido pela planta (FALKER, s.d.). Foram realizadas as leituras dos teores de clorofila total ao longo do desenvolvimento das plantas de soja cultivadas sob os diferentes tratamentos avaliados. A análise estatística não evidenciou diferença significativa nas leituras de teores de clorofila total entre os tratamentos (Tabela 1). Diante do processo de desenvolvimento do experimento, ressaltou-se que no dia 23 de outubro de 2021 ocorreu um evento de granizo que causou a desfolha nas plantas, provavelmente esse episódio interferiu no desenvolvimento da cultura, afetando nos dados coletados.

Os dados encontrados nesta pesquisa corroboram com os resultados obtidos por Fonseca (2017), que realizou duas leituras de teores clorofila total, nos estádios vegetativos V3 e V6 da cultura da soja e não obteve diferença significativa pela análise estatística entre os tratamentos solo em pousio, nabo forrageiro e aveia preta. Tempesta (2020), analisou em seu experimento teores de clorofila total na cultura da soja semeada sob pousio, crotalária e nabo forrageiro, e também constatou que não ocorreu diferença significativa pela análise estatística entre os tratamentos.

Segundo Aita *et al.*, (2003); Silva *et al.*, (2006) espécies que possuem baixa relação C/N podem aumentar a disponibilidade de nitrogênio para as plantas, conseqüentemente resultar em maior teor de clorofila na planta. Alves (2016), avaliando índice de clorofila total na cultura da soja cultivada sob restos culturais de *Brachiaria ruziziensis*, consórcio (milho + *Brachiaria ruziziensis*), milho e feijão caupi (baixa relação C/N), constatou que a soja cultivada sob restos culturais de feijão caupi apresentou maior teor de clorofila total. Entretanto, o tratamento com ervilha, que possui baixa relação C/N (DONEDA *et al.*, 2012) não resultou em diferença significativa para o valor de clorofila total avaliado no presente trabalho (Tabela 1). Ocorrendo o mesmo para os demais tratamentos com baixa relação C/N, ou seja, tanto o tratamento com nabo forrageiro, quanto com *Crotalaria juncea* não interferiram na clorofila total.

Para o tratamento com aveia preta já se esperava que não houvesse influência significativa na clorofila total em virtude de sua alta relação C/N.



**Tabela 1:** Clorofila total obtida em soja cultivada após diferentes plantas de cobertura

TRATAMENTOS	09/Out	22/Out	06/Nov	20/Nov	03/ Dez
T1 (testemunha)	34,25 a	31,00 a	34,25 a	43,25 a	44,00a
T2 (aveia p.)	34,25 a	32,00 a	33,50 a	40,25 a	40,00a
T3 (ervilha f.)	35,25 a	28,00 a	34,50 a	39,50 a	38,75a
T4 (nabo f.)	34,00 a	32,75 a	34,00 a	41,50 a	43,25a
T5 (crotalária j.)	36,50 a	32,25 a	37,75 a	39,00 a	43,00a
CV%	7,15	13,18	8,11	10,30	8,68

**Nota:** Teste realizado pelo método de Scott-Knott a 5% de probabilidade. Medias seguidas da mesma letra minúscula na coluna, não diferem entre si pelo teste Scott-Knott.

Na Tabela 2 estão os resultados da variável peso de mil grãos (PMG). Ressalte-se que este componente de produção (PMG) é afetado diretamente pelo suprimento de nitrogênio, pois conforme relata Petter *et al.*, (2012), o aumento na massa dos grãos pode ser causado pela influência do nitrogênio na síntese de aminoácidos, o que causa um acúmulo de proteína nos grãos. Bahry *et al.*, (2013) corroboram ao verificarem em experimento que o peso de mil grãos foi maior quando se aplicou nitrogênio, independente da fonte ou estágio reprodutivo, quando comparado ao controle, apontando o efeito favorável do uso de nitrogênio para o incremento dessa variável.

Esperava-se que houvesse uma maior disponibilidade de N para os tratamentos com menor relação C/N, pois segundo Seixas *et al.* (2019), em situações envolvendo plantas de cobertura com relação C/N menor do que 20, o Nitrogênio não é imobilizado no solo, podendo ser rapidamente utilizado pela cultura sucessora. Essa maior disponibilidade de N deverá então influenciar no PMG, o que foi constatado no presente experimento, uma vez que os melhores resultados em PMG (Tabela 2) foram obtidos nos tratamentos com plantas de cobertura que apresentam menor relação C/N, como Ervilha forrageira, Nabo forrageiro e Crotalária.

O tratamento envolvendo a aveia preta apresentou PMG mais baixo do que os demais, o que se explica pela sua relação C/N acima de 30/1, causando uma alta imobilização de nitrogênio no sistema. Entretanto, em um trabalho semelhante realizado por Schnitzler (2017), o pesquisador observou um maior peso de mil grãos no tratamento de aveia preta e inferior para nabo forrageiro e pousio.



**Tabela 2:** Média de peso de mil grãos (PMG) e produtividade de grãos de soja ( $\text{kg ha}^{-1}$ ) em função de cultivo sobre diferentes tipos planta de cobertura

TRATAMENTOS	PMG (gramas)	PRODUTIVIDADE ( $\text{kg ha}^{-1}$ )
T1 (testemunha)	175,10 a	2361,52 a
T2 (aveia preta)	160,10 b	2317,70 a
T3 (ervilha forrageira)	169,37 a	2438,42 a
T4 (nabo forrageiro)	175,03 a	2646,40 a
T5 (crotalária juncea)	172,70 a	2406,27 a
CV (%)	4,05	19,86

**Nota:** Teste realizado pelo método de Scott-Knott a 5% de probabilidade. Medias seguidas da mesma letra minúscula na coluna, não diferem entre si pelo teste Scott-Knott.

Em relação à produtividade da soja cultivada sobre a palhada de plantas de cobertura, a análise estatística (Tabela 2) demonstrou que não houve diferença significativa entre os tratamentos neste trabalho, corroborando os dados encontrados por Henz e Rosa (2017), que avaliaram produtividade em diferentes plantas de cobertura (Aveia, Nabo forrageiro, Ervilha comum e Tremoço branco) e concluíram que as coberturas não interferiram na produtividade. Conforme os autores, não houve tempo para a matéria orgânica decompor-se, pois se avaliou apenas uma safra.

Kader *et al.* (2019) determinou que as coberturas mortas no solo proporcionam um aumento de conteúdo sazonal de umidade e diminui as variações nas flutuações próximas à zona radicular, sendo que incrementa de 12 a 13% na produção de grãos da soja em relação a solo desnudo. Quanto aos componentes de produção incrementados na produtividade da soja, também foram observados por Valicheski *et al.* (2012), quando cultivada após o uso de plantas de cobertura como o nabo forrageiro e a aveia preta, o que possibilitou produtividades de soja superiores a  $3500 \text{ kg ha}^{-1}$ . Conforme observado por Wolschick *et al.* (2018), o nabo-forrageiro tem maior capacidade em ciclar macronutrientes do solo, os quais estarão disponíveis para a cultura sucessora após a decomposição de seus resíduos culturais. Ainda, segundo verificado por Caetano *et al.* (2018), a soja apresenta um aumento de produtividade quando cultivada após plantas de cobertura, contrariando os resultados encontrados no presente trabalho.

#### 4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Com base nos resultados obtidos nesta pesquisa, as variáveis teor de clorofila total e produtividade da soja não apresentaram diferenças estatisticamente significativas entre os tratamentos, sugerindo baixa sensibilidade desses parâmetros à influência das espécies de plantas de cobertura utilizadas. No entanto, observou-se que a aveia-preta exerceu efeito negativo sobre o peso de mil grãos (PMG) da soja, possivelmente devido à sua elevada relação carbono/nitrogênio (C/N), superior à das demais espécies avaliadas.



## REFERÊNCIAS

- 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**, v. 27, p. 601-612, 2003.
- ALLISON, F.E. The fate of nitrogen applied to soils. **Adv. Agron.**, 18:219-258, 1966.
- ALVARENGA, R.C.; CABEZAS, W.A.L.; CRUZ, J.C.; SANTANA, D.P. Plantas de cobertura de solo para sistema plantio direto. **Informe Agropecuário**, v.22, p.25- 36, 2001.
- ALVES, VALDECIR BATISTA. **Crescimento e produtividade de soja em função de culturas antecessoras.** Disponível em: <https://files.ufgd.edu.br/arquivos/arquivos/78/MESTRADO-DOUTORADO-AGRONOMIA/Valdecir%20Batista%20Alves.pdf>. Acesso em: 06 jul 2025.
- AMABILE, R. F.; FANCELLI, A. L.; CARVALHO, A. M. Comportamento de espécies de adubos verdes em diferentes épocas de semeadura e espaçamentos na região dos cerrados. **Pesquisa Agropecuária Brasileira, Brasília**, DF, v. 35, n. 1, p. 47-54, jan. 2000.
- AMADO, T. J. C.; MIELNICZUK, J.; VEZZANI, F. M. Nova recomendação de adubação nitrogenada para o milho sob plantio direto no RS e SC adaptada ao uso de culturas de cobertura do solo. **R. Plantio Direto**, v. 2, p. 30-34, 2002.
- ANTONIO-PERALTA, N.; WATTHIER, M.; SANTOS, R. H. S. Green manure and mineral fertilization: residual effect on dry matter production, nutrient extraction and nutrients recovery efficiency in two successive crops. **Tropical and Subtropical Agroecosystems**, v. 24, p. 1-11, 2021.
- BAHRY, C. A.; VENSKE, E.; NARDINO, M.; FIN, S. S.; ZIMMER, P.D.; SOUZA, V. Q.; CARON, B. O. Características morfológicas e componentes de rendimento da soja submetida à adubação nitrogenada. **Agrarian (Dourados. Online)**, v. 6, p. 281-288, 2013.
- BATISTA, V. V.; *et al.* Influência do cultivo de inverno na produtividade da soja. **Brazilian Journal of Development**, v. 6, n. 7, p. 53245-53254, 2020. Disponível em: <https://www.brazilianjournals.com/ojs/index.php/BRJD/article/view/14159/11824>. Acesso em: 25 jul 2025.
- BERTOL, I.; ALBUQUERQUE, J.A.; LEITE, D.; AMARAL, A.J.; ZOLDAN JÚNIOR, W. A. Propriedades físicas do solo sob preparo convencional e semeadura direta em rotação e sucessão de culturas, comparadas às do campo nativo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.28,n.1,p.155-163, 2004.
- BOSCOLO, A.; SOARES, W. S.; CARVALHO, J. B.; APARECIDO, C. F. F. Análise econômica do plantio de crotalária (*Crotalaria juncea* L.) para produção de sementes em áreas de reforma da cana-de-açúcar. **Revista funec científica - multidisciplinar - ISSN 2318-5287**, v. 9, p. 1-14, 2020.
- BRINGEL Jr, A.A. Efeito de coberturas de inverno e sua época de manejo sobre a infestação de plantas daninhas na cultura de milho. **Planta Daninha**, Viçosa MG, v.25, n.



3, p. 473-480, 2007. Disponível em: <<https://www.scielo.br/j/jpd/a/Jhh7nTVMwcdRNY8xc39vcKD/?lang=pt>>. Acesso em: 14 jul 2025.

CAETANO, J. H. S. *et al.* Produtividade da Soja em Sucessão a Plantas de Cobertura. **Reunião Sul Brasileira de ciências do solo**. Marechal Cândido Rondon-PR, v. 1, n. 1, p.1-4, abr./2018. Disponível em: <http://www.sbcs-nrs.org.br/rsbcs/docs/trab-6-2058-755.pdf>. Acesso em 14 jul 2025.

CALEGARI, A. Rotação de culturas e plantas de cobertura como sustentáculo do sistema de plantio direto. In: Congresso Brasileiro de ciência do solo, Londrina, 2001. **Anais Londrina**, Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2001. p.241.

CANTARELLA, H. Uso eficiente de fertilizantes nitrogenados: Uso eficiente de nitrogênio em novos fertilizantes no Brasil. **Instituto Agrônomo**, p. 12-13, Campinas-SP, 2007.

CONAB. **Acompanhamento da safra brasileira de grãos**. Terceiro levantamento/setembro 2017, safra 2016/2017. Brasília: Companhia Nacional de Abastecimento, v. 4, n. 12, p. 158, 2017.

CREMONEZ, F.E. Uso de plantas de cobertura na entressafra de milho e soja. Dissertação (mestrado), Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Campus Marechal Cândido Rondon, Centro de Ciências Agrárias, Pós-graduação em Agronomia, 2018. Disponível em: <<http://tede.unioeste.br/handle/tede/3749>>. Acesso em: 13 de set de 2022.

DERPSCH, R., SIDIRAS, N., HEINZMANN, F.X. Manejo do solo com coberturas verdes de inverno. **Pesq Agropec Bras**, Brasília, v. 20, n. 7, p. 761-773, 1985.

DEVINCENTINS, A. J. *et al.* Using cost-benefit analysis to understand adoption of winter cover cropping in California's specialty crop systems. **Journal of Environmental Management**, n. 261, 2020.

DONEDA, A.; *et al.* Fitomassa e decomposição de resíduos de plantas de cobertura puras e consorciadas. **Revista Brasileira de Ciência do Solo [online]**. 2012, v. 36, n. 6 pp. 1714-1723. Disponível em: <<https://doi.org/10.1590/S0100-06832012000600005>>. Epub 30 Jan 2013. ISSN 1806-9657. Acesso em 14 jul 2025.

ELHAKEEM, A. *et al.* Cover crop mixtures result in a positive net biodiversity effect irrespective of seeding configuration. **Agriculture, Ecosystems and Environment**, v. 285, p. 106627, 2019. Disponível em: <https://dspace.unipampa.edu.br/handle/rii/1927>. Acesso em: 18 de set de 2022.

FERREIRA, D. F. SISVAR: A computer analysis system to fixed effects split plot type designs. **Revista Brasileira de Biometria**, [S.l.], v. 37, n. 4, p. 529-535, dec. 2019. ISSN 1983-0823.

FONSECA, Juliane Silveira. **Plantas de cobertura e sua influência nas propriedades físicas do solo e no rendimento de culturas estivais**. Instituto federal de educação, ciência e tecnologia farroupilha, alegrete, rs, v. 1, n. 1, p. 23- 42, mar./2022.



FONTANELLI, R. S. et. al. **Gramíneas forrageiras anuais de inverno. In: Integração lavoura pecuária floresta.** Passo Fundo. EMBRAPA TRIGO, p. 127- 135, [s.d.]. Disponível em: <<https://www.alice.cnptia.embrapa.br/bitstream/doc/1010247/1/LV2012forrageirasparaintegracaoFontaneli.pdf> >. Acesso em: 13 de set de 2022.

GALINA, J. L. **Biomassa, teor de nitrogênio e relação c/n de culturas de cobertura de inverno estabelecidas em áreas manejadas no sistema plantio direto no alto Uruguai.** 2022, 60; f.il. Disponível em: <<https://rd.uffs.edu.br/bitstream/prefix/5473/1/GALINA.pdf>>. Acesso em: 14 jul 2025.

GASPAR, A. P.; LABOSKI, C. A. M.; NAEVE, S. L.; CONLEY, S. P. Dry Matter and nitrogen uptake, partitioning, and removal across a wide range of soybean seed yield levels. **Crop Science**, v. 57, p. 2170-2182, 2017.

GIACOMINI, S. J. *et al.* Matéria seca, relação C/N e acúmulo de nitrogênio, fósforo e potássio em misturas de plantas de cobertura de solo, v. 27, n. 2, pp. 325-334. Disponível em: <<https://doi.org/10.1590/S0100-06832003000200012>>. Epub 01 Set 2003. ISSN 1806-9657. Acesso em: 14 jul 2025.

HUNGRIA, M. *et al.* Inoculum rate effects on the soybean symbiosis in new or old fields under tropical conditions. **Agronomy Journal**, v. 109, n. 3, p. 1-7, 2017.

KADER, MA, NAKAMURA, K., SENGE, M., MOJID, MA, KAWASHIMA, S. Regimes hidrotérmicos do solo e eficiência no uso da água da soja alimentada pela chuva (*Glycine max*), afetada por coberturas orgânicas. **Agricultural Water Management** , 223 , 105707, 2019. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.agwat.2019.105707>.

LA MENZA, N. C.; MONZON, J. P.; SPECHT, J. E.; GRASSINI, P. Is soybean yield limited by nitrogen supply. **Field Crops Research**, v. 213, p. 204-212, 2017.

LEGHARI, S. J.; WAHOCHO, N. A.; LAGHARI, G. M.; HAFEEZLAGHARI, A.; MUSTAFABHABHAN, G.; HUSSIALTALPUR, K.; BHUTTO, T. A.; WAHOCHO, S. A.; LASHARI, A. A. Role of nitrogen for plant growth and development: a review. **Advances in Environmental Biology**, v. 10, p. 209-218, 2016.

MELGAREJO, M. A. Produção de massa seca e acúmulo de nitrogênio por plantas de cobertura de inverno. VII congresso brasileiro de agroecologia, 7., 2011, Fortaleza/CE. Marechal Cândido Rondon/PR: **Cadernos de Agroecologia**, 2011. 6 p. Disponível em: <[https://www.researchgate.net/publication/273694121\\_1095](https://www.researchgate.net/publication/273694121_1095). Acesso em: 01 de set de 2022.

NEMIRSCKI, J. M. **Produção, decomposição de matéria seca e comportamento de nutrientes em culturas de cobertura no Sul do Brasil.** 2019. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Agronomia) – Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR), Pato Branco, 2019. Disponível em: [http://repositorio.utfpr.edu.br/jspui/bitstream/1/24580/1/PB\\_COAGR\\_2019\\_2\\_09.pdf](http://repositorio.utfpr.edu.br/jspui/bitstream/1/24580/1/PB_COAGR_2019_2_09.pdf). Acesso em: 14 jul 2025.



NICOLARDOT, B.; RECOUS, S. & MARY, B. Simulation of C and N mineralisation during crop residue decomposition: A simple dynamic model based on the C/N ratio of the residues. **Plant Soil**, 228:83-103, 2001.

OLIVEIRA, J. T. de; BORGES, M. C. R. Z.; NOGUEIRA, K. B.; ROQUE, C. G. Decomposição da palhada de *Urochloa ruziziensis* em diferentes sistemas de semeadura e correção do solo. **Revista Engenharia na Agricultura**, Viçosa, v. 27, n. 4, p. 370-380, 2019.

PEREIRA, J. G. G. *et al.* Desempenho Agronômico de *Crotalaria juncea* em Diferentes Arranjos Populacionais e Épocas do Ano. **Seropédica**, 2005.  
Disponível em: <https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/bitstream/doc/628524/1/cot082.pdf>.  
Acesso em: 14 jul 2025.

PETTER, F. A.; PACHECO, L. P.; ALCÂNTARA NETO, F.; SANTOS, G. G. Respostas de cultivares de soja à adubação nitrogenada tardia em solos de cerrado. **Revista Caatinga**, v. 25, n. 1, p. 67-72, 2012.

REDIN, M. **Plantas de cobertura de solo e agricultura sustentável: Espécies, matéria seca e ciclagem de carbono e nitrogênio**. In: TIECHER, Tales. Manejo e conservação do solo e da água em pequenas propriedades rurais no sul do Brasil: práticas alternativas de manejo visando a conservação do solo e da água. Porto Alegre, Rs: Ufrgs, 2016. Cap. 1. p. 7-22. Disponível em: <<https://lume.ufrgs.br/handle/10183/149123>>. Acesso em: 14 jul 2025.

RETKA, W. Departamento acadêmico de engenharia ambiental. **Efeito da cultura do nabo forrageiro na descompactação do solo**, Francisco Beltrão, v. 1, n. 2, p. 19-32, nov./2018.

ROSA, F. M. H. H. A. **Cultivando o saber. Produtividade da soja após cultivo de plantas de cobertura de inverno**, Planalto – PR, v. 2, n. 1, p. 194-202, ago./2017. Disponível em: <https://cultivandosaber.fag.edu.br/index.php/cultivando/article/view/842/769>. Acesso em: 14 jul 2025.

SANTOS, F.; BRASIL, L. M. M.; FARIA, D.; SILVA, V. S.; GOMES, L.; VILARES, M.; MACHADO, G.; SOUZA, E. Aproveitamento integral do nabo forrageiro (*Raphanus sativus* L.) em processos de biorrefinaria. **Engevista (UFF)**, v. 20, p. 374-393, 2018.

SANTOS, H. G. dos; CARVALHO JUNIOR, W. de; DART, R. de O.; AGLIO, M. L. D.; SOUSA, J. S. de; PARES, J. G.; FONTANA, A.; MARTINS, A. L. da S.; OLIVEIRA, A. P. de. O novo mapa de solos do Brasil: legenda atualizada. Rio de Janeiro: **Embrapa Solos**, 2011. 67 p. (Embrapa Solos. Documentos, 130.) 1 mapa, color. Escala 1:5.000.000.  
Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/123772/1/DOC-130-O-novo-mapa-de-solos-do-Brasil.pdf>.

SANTOS, H. P.; REIS, E. M. **Rotação de culturas em plantio direto Passo Fundo: Embrapa Trigo**, 2001. 212 p.

SANTOS, H. P. *et al.* **Principais forrageiras para integração lavoura-pecuária, sob plantio direto, nas regiões Planalto e Missões do Rio Grande do Sul Passo Fundo: Embrapa Trigo**, 2002. 142 p.



SCHNITZLER, F. **Desempenho da cultura da soja sob diferentes plantas de coberturas do solo**. Universidade Regional do Noroeste do Estado do Rio Grande do Sul, IJUÍ, R, v. 1, n. 1, p. 18-30, jul./2022.

SEIXAS, M. A.; CONCEIÇÃO, P.C.; FREITAS, L.A. ; ROSA, J.K. ; SBALCHEIRO, W. **Carbono e nitrogênio em plantas de cobertura leguminosas de verão**. In: VI Reunião Paranaense de Ciência do Solo, 2019, Ponta Grossa. VI Reunião Paranaense de Ciência do Solo, 2019.

SILVA, P. C. G. *et al.* Fitomassa e relação C/N em consórcios de sorgo e milho com espécies de cobertura. **Pesquisa Agropecuária Brasileira [online]**. 2009, v. 44, n. 11, pp. 1504-1512. Disponível em: <<https://doi.org/10.1590/S0100-204X2009001100019>>. Epub 22 Set 2010. ISSN 1678-3921. Acessado em 24 março de 2022.

TOMM, G.O. *et al.* Ervilha 'BRS Forrageira': uma nova alternativa para cobertura de solo. In: Congresso brasileiro de olericultura, 43., 2003, Recife, PE. **Anais...Recife: Associação Brasileira de Horticultura**, 2003. p.1-3. Disponível em: <<http://www.abhorticultura.com.br/biblioteca/arquivos/Download/Biblioteca/olme4073C.pdf>>. Acesso em: 14 jul 2025.

VALICHESKI, R. R. *et al.* Desenvolvimento de plantas de cobertura e produtividade da soja conforme atributos físicos em solo compactado. **R. Bras. Eng. Agríc. Ambiental**, v.16, n.9, p.969–977, 2012. Disponível em: < <https://www.scielo.br/pdf/rbeaa/v16n9/v16n9a07.pdf> >, acesso em: 17 de ago de 2022.

VARGAS, L. K.; SELBACH, P. A.; SÁ, E. L. S. D. **Imobilização de nitrogênio em solo cultivado com milho em sucessão à aveia preta nos sistemas plantio direto e convencional: ciência rural** . 1. ed. Santa Maria: [s.n.], 2005. p. 76-83.

VIANA, E. M.; KIEHL, J. C. Doses de nitrogênio e potássio no crescimento do trigo. **Bragantia**, v. 69, n. 4, p. 975-982, 2010.

VIANA, M. C. M. *et al.* Índice de clorofila na folha de alface submetida a diferentes doses de nitrogênio. **Horticultura Brasileira**, v. 26, n. 2, p. 86-90, 2008.

VOUILLOT, M. O.; HUET, P.; BOISSARD, P. Early detection of N deficiency in wheat crop using physiological and radiometric methods. **Agronomie**, v. 18, p. 117-130, 1998.

WATTHIER, M. *et al.* Decomposition of green manure with different grass: legume ratios. **Archives of Agronomy and Soil Science**, v. 66, n. 7, p. 913-924, 2019.

WEIRICK, F. Uso de plantas de cobertura de solo: **Efeito na emergência de plantas daninhas e produção da soja**. 2021. 32 f. TCC (Graduação) - Curso de Agronomia, Instituto Federal de Santa Catarina, São Miguel do Oeste, 2021. Disponível em: < <https://repositorio.ifsc.edu.br/handle/123456789/2374>>. Acesso em: 14 jul 2025.

WOLSCHICK, N. H. *et al.* Plantas de cobertura do solo e seus efeitos nas propriedades físicas e produtividade de soja e milho. **Scientia Agraria Paranaensis – Sci. Agrar.** Parana, Marechal Cândido Rondon, v. 17, n. 3, p. 272- 281, ago./2018.