

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA MARIA  
CAMPUS DE FREDERICO WESTPHALEN  
DEPARTAMENTO DE CIÊNCIAS AGRONÔMICAS E AMBIENTAIS  
CURSO DE AGRONOMIA  
TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

Elyn Soares Chicatte

**ESTRATÉGIAS DE MANEJO E FONTES DE NITROGÊNIO NA  
CULTURA DO MILHO**

FREDERICO WESTPHALEN, RS  
2023

**Elyn Soares Chicatte**

**ESTRATÉGIAS DE MANEJO E FONTES DE NITROGÊNIO NA CULTURA DO  
MILHO**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Graduação em Agronomia, da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM, RS), campus Frederico Westphalen, RS, como requisito parcial para obtenção do grau de **Engenheira Agrônoma**.

Orientador: Prof. Dr. Claudir José Basso

Frederico Westphalen, RS  
2023

**Elyn Soares Chicatte**

**ESTRATÉGIAS DE MANEJO E FONTES DE NITROGÊNIO NA CULTURA DO MILHO**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Graduação em Agronomia, da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM, RS), campus Frederico Westphalen, RS, como requisito parcial para obtenção do grau de **Engenheira Agrônoma**.

**Aprovado em (dia) de (mês) de (ano):**

---

**Claudir José Basso**

Orientador

---

**Gilvan Bertollo**

---

**André Aloysio Zandoná**

Frederico Westphalen, RS  
2023

*"Planos são apenas boas intenções  
a menos que imediatamente se  
tornem trabalho duro."*

*(Peter Drucker)*

## **AGRADECIMENTOS**

Início agradecendo a Deus por sempre me dar fé e atender aos meus pedidos, pelas oportunidades postas em minha vida e por me dar forças e sabedoria para realizá-las.

Agradeço a vida dos meus pais e por todo o apoio que sempre me dão independente das minhas escolhas, por acreditarem em minha capacidade e não medirem esforços para realizar os meus sonhos. Vocês são essenciais na minha vida, sem vocês eu não seria capaz de ser quem sou.

Ao meu orientador Claudir José Basso agradeço a disponibilidade e toda a ajuda dada na graduação, a oportunidade de ser colaboradora no Grupo de Pesquisa em Plantas de Lavoura foi de grande valia para o meu conhecimento, e principalmente por esse período de orientação de TCC e estágio.

Meus agradecimentos vão também para a UFSM – FW e seu corpo de professores e servidores que passaram pela minha vida acadêmica, todos foram importantes para o meu crescimento não só profissional, mas também pessoal.

Finalmente, agradeço por todas as amizades que fiz ao longo desses 4,5 anos, foram de grande importância durante a graduação e vou levar as lembranças para o resto da vida.







## RESUMO

### ESTRATÉGIAS DE MANEJO E FONTES DE NITROGÊNIO NA CULTURA DO MILHO

AUTOR: Elyn Soares Chicatte  
ORIENTADOR: Claudir José Basso

O milho (*Zea mays* L.) é uma das principais culturas cultivadas no mundo, isso se dá devido ao seu alto valor nutricional na alimentação humana e animal, além de ser uma importante fonte de matéria prima para as indústrias. É uma cultura muito responsiva a adubação nitrogenada, o que influencia diretamente na sua produtividade. Diante disso, o presente trabalho teve por objetivo, avaliar a produtividade final de grãos de milho, cultivado em sucessão a plantas de cobertura, com a utilização de cama de aves como fonte de N em substituição parcial ou total do N mineral. O experimento foi realizado no ano agrícola 2021/2022, em um delineamento experimental de blocos ao acaso em um esquema bifatorial com três repetições, sendo o milho cultivado sob três plantas de cobertura e quatro estratégias de manejos de nitrogênio. Foram realizadas avaliações alguns parâmetros de planta e os resultados mostram que o nabo forrageiro se mostrou uma excelente planta de cobertura como fonte de nitrogênio para o milho cultivado em sucessão. Com relação as fontes de nitrogênio, a cama de aves pode ser usada em substituição total o parcial a adubação mineral de nitrogênio.

**Palavras-chave:** milho; nitrogênio; adubação; cobertura de solo.

## SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	11
2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	13
2.1 A cultura do Milho.....	11
2.2 Adubação nitrogenada.....	13
2.3 Cama de aves .....	14
3. MATERIAL E MÉTODOS .....	18
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	20
5. CONCLUSÃO.....	28
REFERÊNCIAS.....	29

## 1. INTRODUÇÃO

O milho (*Zea mays*) é uma dos mais importantes e cultivado no mundo e sua importância econômica se dá devido às diversas formas de sua utilização. É um dos cereais mais nutritivos da alimentação humana, e fonte energética para animais, além de ser matéria prima para as indústrias na fabricação de subprodutos.

O Brasil é o terceiro maior produtor mundial de milho, ficando atrás apenas dos Estados Unidos e da China (USDA, 2021). O milho na safra 21/22 ocupou no país cerca de 30,3 % da área total cultivada no período de verão, sendo o Rio Grande do Sul responsável por 4,3 % dessa área, com 2,7% do total da produção brasileira (CONAB, 2022).

Uma elevada produtividade de milho, se dá através da boa disponibilidade de nutrientes no solo, capaz de fornecê-los para suprir as demandas das plantas. Dentre os nutrientes a cultura é muito responsiva ao nitrogênio (N), que pelo fato de ser o nutriente absorvido em maiores quantidade pela planta e sua dinâmica no solo muito complexa, o torna o nutriente mais limitante. Adubos minerais e/ou orgânicos podem ser usadas como fonte de nitrogênio. No caso de uma fonte orgânica, sua disponibilidade as plantas na solução do solo e na forma de  $\text{NO}_3^-$  passa necessariamente pela sua mineralização. Devido a sua dinâmica complexa no solo, o nitrogênio é muito passivo de perdas por lixiviação e volatilização o que reduz sua eficiência de utilização pelas plantas e onera o custo de produção já que esse é um dos nutrientes mais caros adicionados ao sistema de produção.

A utilização da cama de aves é uma excelente alternativa de adubação nitrogenada na forma orgânica, com melhor custo-benefício se comparada a adubação química. Assim como adubos orgânicos, a cama de aves tem importante papel na produção agrícola pois além de disponibilizar nutrientes essenciais melhora a qualidade do solo e contribui para o aumento da matéria orgânica. Com a crescente produção avícola torna-se necessário buscar alternativas sustentáveis para o aproveitamento dos resíduos produzidos, e somando ao alto custo dos fertilizantes nitrogenados, se torna uma forma viável de suprir parcialmente a demanda de N para as plantas. Porém recomenda-se fazer o manejo de dejetos de aves associado a adubação química, pois a cama de aves é aplicada antes da semeadura e não estará

totalmente disponível para a planta quando ela precisar desse nutriente principalmente na fase inicial de seu desenvolvimento.

Diante dos resultados obtidos pode-se observar baixas médias de produtividade, isso se dá devido à baixa pluviosidade no ano agrícola 2021/2022. O estresse hídrico é muito prejudicial à cultura do milho, a restrição de água principalmente nas fases de florescimento, período de fertilização e enchimento de grãos causam perdas significativas de produtividade.

Além da cama de aves, a utilização de plantas de cobertura também é uma ferramenta para aumentar o aporte e disponibilidade de N no milho em sucessão. Sabe-se que a palhada que fica no solo maximiza a eficiência na ciclagem e aproveitamento de nutrientes da cultura sucessora, além de melhorar a exploração das camadas de solo, produção de matéria seca e supressão de plantas daninhas e minimizar os efeitos de erosão de solo. Por isso, é importante pensar a cobertura de solo com foco na cultura em sucessão buscando melhorar a eficiência do sistema. No Rio Grande do Sul com plantas de cobertura, se destaca a aveia preta (*Avena strigosa*) e o nabo forrageiro (*Raphanus sativus* L.), ambas têm fácil adaptação às condições climáticas da região, boa produção de biomassa e de fácil produção de sementes, e que podem ser usadas de forma isoladas e/ou consorciadas.

A hipótese que fundamenta esse trabalho é que a utilização algumas plantas de cobertura de solo associada ao manejo de nitrogênio melhoram o desenvolvimento e o rendimento final de grão de milho. Por isso, o presente trabalho teve por objetivo, avaliar a produtividade final de grãos de milho, cultivado em sucessão a plantas de cobertura, com a utilização de cama de aves como fonte de N em substituição parcial ou total do N mineral.

## **2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA**

### **2.1 A cultura do milho**

O milho (*Zea mays* L.) é uma gramínea pertencente à família Poaceae. É uma das plantas mais eficientes no armazenamento de energia apresentando elevada taxa fotossintética, onde o aumento da intensidade luminosa reflete em elevada produtividade, por ser uma planta caracterizada como C4 (MAGALHÃES et al., 2002). Seu cultivo representa importante papel socioeconômico, caracterizado pelas diversas formas de sua utilização, compreendendo desde o consumo “in natura” até o processamento em indústrias de alta tecnologia (FERREIRA et al., 2007).

A composição média em base seca do grão é de 72% de amido, 9,5% proteína, 9% de fibra e 4% de óleo com peso médio de 250 a 300 mg, sendo considerado fonte de energia, proteína, gordura e fibras (PAES, 2006). Baseadas nas características do grão, existem cinco classes ou tipos de milho: dentado, duro, farináceo, pipoca e doce. A principal diferença entre os tipos de milho é a forma e o tamanho dos grãos, definidos pela estrutura do endosperma e o tamanho do gérmen. (EMBRAPA, 2006).

O milho é uma das culturas de maior expressão mundial, tendo sua produção distribuída em quase todos os continentes, devido a fácil adaptação a diferentes ambientes e sistemas de produção (PAES, 2006). É o principal cereal produzido no Brasil e o macro ingrediente mais utilizado na produção de ração animal, para suprir a demanda interna voltada à suinocultura e a avicultura de corte, maiores consumidores nacionais de milho (CONAB, 2019). A produção também é maleável, pois apresenta diferentes resultados de acordo com as variações climáticas de cada região (CONAB, 2007). O milho não possui apenas aplicação alimentícia, ao contrário, os usos dos seus derivados estendem-se às indústrias química, farmacêutica, de papéis, têxtil, entre outras de aplicação ainda mais nobres. Entretanto, são dois processos que dão origem aos produtos utilizados em outros processos industriais, a moagem seca e a moagem úmida (EMBRAPA, 2006).

O Brasil é o terceiro maior produtor mundial de milho, ficando atrás apenas dos Estados Unidos e da China (USDA, 2021). O milho na safra 21/22 ocupou no país cerca de 30,3 % da área total cultivada no período de verão, sendo o Rio Grande do Sul responsável por 4,3 % dessa área, com 2,7% do total da produção brasileira (CONAB, 2022). A área de cultivo no país é de cerca de 18.463,5 milhões de hectares, incluindo milho 1ª e 2ª safra, com produção de 93.384 milhões de toneladas, valor esse que apresentou redução de cerca de 9% em comparação à safra anterior. Tal redução remete-se às adversidades climáticas enfrentadas durante o ciclo da cultura, em especial o déficit hídrico, problema presente nas regiões produtoras (CONAB, 2021).

Para garantir um bom crescimento e desenvolvimento adequado da cultura, é necessário colocar à disposição da planta atributos que atendam sua demanda, como boa luminosidade, umidade, solo com características satisfatórias, e uma adubação adequada que seja capaz de suprir as necessidades nutricionais dessa gramínea (RAFAEL, 2021). Resultados de experimentos conduzidos no Brasil, sob diversas condições de solo, clima e sistemas de cultivo, mostram resposta generalizada do milho à adubação nitrogenada (GROVE et al., 1980; CANTARELLA & RAIJ, 1986; FRANÇA et al., 1986; COELHO et al., 1992). Isso mostra, que no geral as gramíneas são muito responsivas à adubação nitrogenada, seja via aplicação na forma orgânica e/ou mineral.

## **2.2 Adubação nitrogenada**

O milho é uma cultura que absorve grandes quantidades de nitrogênio e usualmente requer o uso de adubação nitrogenada em cobertura para complementar a quantidade extraída do solo, quando se deseja produtividades elevadas. (COELHO, 2006). Do ponto de vista econômico e ambiental a dose de N a aplicar é para muitos, a mais importante decisão no manejo do fertilizante (COELHO, 2006). Sua deficiência inibe o crescimento vegetal e a planta pode apresentar como sintoma a clorose e posterior amarelecimento completo e senescência, com visualização inicial nas folhas mais velhas, devido a mobilidade do nutriente na planta a. (TAIZ e ZEIGER, 2017).

Fertilizantes nitrogenados contribuem para o aumento da produtividade, visto que o nitrogênio é um constituinte essencial das proteínas e diretamente ligado à fotossíntese, favorecendo a manutenção da parte aérea da planta (PRIMAVESI et al., 2006). A baixa disponibilidade desse nutriente pode inibir o crescimento vegetal e a

planta pode apresentar como sintomas a clorose e posterior amarelecimento completo e senescência, com visualização inicial nas folhas mais velhas, devido a mobilidade do nutriente na planta (TAIZ e ZEIGER, 2017).

Por ser um elemento essencial, seu balanço afeta a formação de raízes, a fotossíntese, a produção e translocação de fotoassimilados e a taxa de crescimento entre folhas e raízes, sendo o crescimento foliar primeiramente afetado, ou seja, a consequência disso é a diminuição do crescimento das plantas e da produtividade (FAGAN et al., 2007; TAIZ & ZEIGER, 2004).

O parcelamento do N e sua época de aplicação com base na demanda das plantas são alternativas que visam aumentar a eficiência de sua utilização, pois ocorre uma maior sincronização entre o momento da aplicação e o período de maior necessidade (SILVA, E. et al., 2005). Os fertilizantes à base de  $\text{NH}_4^+$  e amônia ( $\text{NH}_3$ ) possuem alto potencial de perdas por volatilização, atingindo valores de até 78% do N aplicado, dependendo das práticas de manejo e das condições climáticas e ambientais (TASCA et al., 2011).

A perda de nitrogênio na forma de amônia é ocasionada pela ação da enzima urease, que é produzida por microrganismos e está presente em todos os solos, sendo essa, uma enzima que pela hidrólise quebra a molécula de ureia, formando o  $\text{NH}_3$  altamente volátil e facilmente perdido para a atmosfera (COELHO, 2006).

### **2.3 Cama de aves**

A cama de aves, é definida como a mistura do substrato utilizado como forração dos pisos dos galpões de criação de aves, para absorver e receber a umidade das excretas, fezes e urina, somado as descamações da pele e penas das aves, além de restos de alimentos caídos dos comedouros (PALHARES, 2004).

A avicultura brasileira vem apresentando nos últimos anos altos índices de crescimento, com projeções de produção para o ano de 2022 de 14,9 milhões de toneladas, um volume 4% maior em relação a 2021, o mesmo ocorre com a exportação que no ano de 2021 alcançou o maior volume já registrado pelo setor, chegando a 4,6 milhões de toneladas (SANTIN, 2022). A produção brasileira de frangos de corte, foi responsável pela geração de mais de 11 milhões de toneladas de cama de aves, no ano de 2007.

Essa elevada criação de frangos, predominantemente confinado gera uma alta produção de resíduos na unidade de produção, que se destinado de forma incorreta, pode causar sérios problemas ambientais.

A utilização desses resíduos como fertilizante orgânico é uma forma racional de destinação tendo em vista as concentrações expressivas de nutrientes e a possibilidade de ciclagem deles dentro das próprias unidades de produção onde são gerados. Ademais, a utilização desse material reduz custos com aquisição de fertilizantes comerciais, sendo economicamente viável a sua aquisição (OVIÉDO-RONDÓN 2008).

Os nutrientes presentes na cama de aves são disponibilizados de forma mais lenta do que os dos fertilizantes minerais, considerado como um aspecto positivo, pois a liberação dos nutrientes poderá coincidir com a maior demanda nutricional das culturas, diminuindo perdas e melhorando a eficiência (CORRÊA e MIELE, 2011).

Segundo Kiehl (2010) as camas de aves apresentam razoáveis teores de nutrientes em sua composição, sendo eles em média 2,5% de nitrogênio, 1,6% de fósforo, 2% de potássio, 2,2% de cálcio, 0,5% de magnésio, 270ppm de zinco e 300ppm de manganês. Em função disso, a utilização da cama de aves traz resultados positivos na produtividade do milho, sendo que além de atuar na nutrição da planta, contribui para o aumento de matéria orgânica do solo, aumentando a capacidade de retenção de água e reduzindo a erosão, também melhora a aeração e cria um ambiente mais adequado para o desenvolvimento da microbiota do solo.

#### **2.4 Plantas de cobertura**

Para a correta cobertura da superfície do solo, recomenda-se a utilização de plantas com capacidade de formar grandes quantidades de matéria seca (CALVO et al., 2010). Algumas espécies de plantas que possuem raízes profundas, agressivas e ramificadas, têm a capacidade de obter nutrientes de camadas inferiores do solo, estas raízes, quando decompostas, formam bioporos, que são fundamentais para a disponibilidade hídrica e fluxo em massa de nutrientes, melhorando as condições do solo (SANTOS et al., 2014). Algumas plantas de cobertura como o nabo forrageiro e a aveia preta são utilizados como alternativa de cobertura vegetal nos períodos de entressafra de grandes culturas, pois além do alto volume de fitomassa melhoram o aporte de N para a cultura sucessora.

Quanto a aveia preta, essa apresenta uma elevada produção de matéria seca podendo superar 5 toneladas por hectare (REDIN et al.,2016), além de apresentar um sistema radicular fasciculado e bastante denso, auxiliando na descompactação superficial do solo (Ritter et al., 2018). Se como cobertura de solo é uma espécie importante, como fonte de N pra a cultura em sucessão não é muito interessante em função da sua alta relação C/N e possibilidade de imobilização inicial de N diminuindo a disponibilidade desse nutriente ao milho. Já o nabo forrageiro, possui uma característica importante que é a reciclagem de potássio e enxofre de camadas mais profundas. Apresenta capacidade de produzir até 8.000 kg ha<sup>-1</sup> de MS de parte aérea, além de acumular mais de 100 kg ha<sup>-1</sup> de N, com rápida liberação à cultura seguinte (REDIN et al., 2016). O nabo forrageiro é uma alternativa para se aumentar o aporte de N no solo para a cultura em sucessão, por isso que o mesmo é muito utilizado antecedendo ao cultivo do milho e trigo em sucessão.

Por isso, se a aveia preta é importante com cobertura de solo pela manutenção mais prolongada da sua palhada na superfície do solo, e o nabo com rápida mineralização e ciclagem de nutrientes, uma alternativa para fornecimento de N mais equilibrado à cultura do milho é a utilização de consórcio de plantas, que possuem diferentes velocidades de decomposição e liberação de nutrientes. Arf et al. (2018) em sua pesquisa observaram que o consórcio entre gramíneas e leguminosas contribui para maior produção de massa seca e maior cobertura do solo no SPD o que é importante como uma das premissas desse sistema. A utilização de espécies consorciadas que proporcionem bom acúmulo de matéria favorece o aumento do teor de carbono orgânico no solo, aumento na CTC e além disso, bom aporte de nitrogênio no sistema de cultivo, nutriente esse bastante exigido quando se almejam elevados patamares produtivos, (FIORIN, 2007)

### 3. MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido a campo, na área experimental do Departamento de Ciências Agrônômicas e Ambientais da Universidade Federal de Santa Maria, campus Frederico Westphalen - RS, no ano agrícola 2021/2022. A área se localiza aproximadamente entre 23°23'51" de Latitude Sul e 53°25'38" de Longitude Oeste, com altitude de 485 metros, pluviosidade média anual de 1881 milímetros e temperatura média de 19,2°C, com variações entre a média do mês de maior e de menor temperatura de 9,4°C. O clima da região, segundo classificação de Köppen é subtropical úmido, do tipo Cfa (MORENO, 1961). As características físico-químicas na camada 0-10cm que o solo apresentava no período da instalação do experimento eram: 77% de argila; 5.6 pH (H<sub>2</sub>O); 3,7% de matéria orgânica; 8 mg dm<sup>3</sup> de P (Mehlich<sup>1</sup>); 82.5 mg dm<sup>3</sup> de K; 8.8 cmolc dm<sup>3</sup> de Mg<sup>2+</sup>.

O delineamento experimental utilizado foi de blocos ao acaso em esquema de parcelas subdivididas, com três repetições. As parcelas eram constituídas de seis linhas com 4 m de comprimento, espaçadas de 0.45 m entre si, sendo desconsideradas as linhas laterais de 0.5 m das extremidades como bordadura. A parcela principal apresentava uma área de 60 m<sup>2</sup> (20.0 m x 3.0 m) e a subparcela 15 m<sup>2</sup> (5.0 m x 3.0 m)

Foi realizado a semeadura de diferentes plantas de cobertura nas parcelas (aveia preta, nabo forrageiro, consórcio aveia preta + nabo forrageiro). A quantidade de sementes utilizadas para aveia preta e nabo forrageiro foram de 100 kg ha<sup>1</sup> e 15 kg ha<sup>1</sup>, respectivamente, e no consórcio de aveia preta + nabo forrageiro a proporção utilizada foi de 40% (40 kg ha<sup>1</sup>) e 60% (9 kg ha<sup>1</sup>) respectivamente, tomando como base os agricultores da região. Com relação às fontes de N, empregou-se diferentes manejos de adubação nitrogenada objetivando atender as exigências da cultura do milho, baseado no Manual de Adubação e Calagem, desconsiderando a cultura anterior. Na testemunha não foi realizada nenhuma aplicação de N, os demais manejos foram: 100% da recomendação de N via cama de aves; 100% da recomendação de N via ureia (concentração 45%); e, 50% da aplicação de N via cama de aves + 50% via ureia. No pleno florescimento e para determinação da massa seca das plantas de cobertura, foi realizada uma amostragem com duas repetições de 0.25 m<sup>2</sup> cada, estas foram submetidas à secagem em estufa 65°C até massa constante.

A dessecação da área para a semeadura do milho foi efetuada com o herbicida Glifosato, um herbicida sistêmico, não seletivo e muito eficiente na dessecação pré-semeadura, a dosagem aplicada foi de 1.250 ka e.a ha<sup>1</sup>. Posteriormente foi efetuada a semeadura da cultura, no dia 8 de setembro de 2021, a cultivar escolhida foi o milho híbrido DOW HERCULEX® I RR® Milho 2, a semeadora utilizada foi da marca Vence Tudo, modelo Panther SM 6000, com 6 linhas de plantio direto, espaçadas 0.45 m entre si. Com relação a densidade de semeadura, foram utilizadas 3.3 sementes por metro linear, totalizando 73.333 mil sementes por hectare, com população final de 69.310 mil plantas.

A recomendação de adubação seguiu as orientações para milho do Manual de Calagem e adubação do rio Grande do Sul e de Santa Catarina, visando a expectativa de produtividade de 10.8 ton ha<sup>1</sup> (CQFS – RS/SC 2016). A adubação fosfatada de base com superfosfato triplo (teve dose de 174.8 ka ha<sup>1</sup> de e P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>). Logo após a semeadura foi realizada a aplicação superficial de cloreto de potássio, equivalente a 68 ka ha<sup>1</sup> de K<sub>2</sub>O.

O manejo das diferentes fontes de adubação nitrogenada (ureia, cama de aves e ureia + cama de aves), foram calculadas para atender 162 kg ha<sup>1</sup> de N. Nos tratamentos que continham adubação mineral, foi realizada a aplicação de 30 kg ha<sup>1</sup> de N na forma de ureia, na base de semeadura e o restante em cobertura com as plantas em estágio V5. Nas parcelas em que se usou a adubação orgânica, a cama de aves foi aplicada uma única vez logo após a semeadura do milho. Foi aplicado os 185 kg há<sup>1</sup> de cama de aves, de uma só vez nas em cobertura logo após a semeadura do milho. No tratamento ureia + cama de aves, foi aplicado 2755 kg ha<sup>1</sup> da adubação orgânica e em cobertura 113,33 kg ha<sup>1</sup> de ureia. Quanto ao tratamento de cama de aves a aplicação do fertilizante orgânico foi de 5510 kg ha<sup>1</sup>.

Foi realizado o acompanhamento da área durante todo o desenvolvimento do milho, e quando necessário, realizadas as técnicas de manejo condizentes com a cultura para proporcionar seu bom desenvolvimento sem interferência de fatores externos que poderiam afetar os resultados da pesquisa. O manejo fitossanitário da lavoura, seguiu-se recomendado no boletim técnico para a cultura.

As avaliações no experimento iniciaram com a maturação fisiológica do milho, avaliando a altura de inserção de primeira espiga, mensurada com o auxílio de trena

métrica da superfície do solo até a inserção da espiga, avaliação feita em dez plantas aleatórias por parcela útil. As demais avaliações foram realizadas com espigas maduras. Para determinação do diâmetro da espiga (sem palha), foi utilizado um paquímetro digital. E, para avaliar o comprimento de espigas foi usado uma fita métrica. Para ambas as avaliações foram avaliadas 5 espigas aleatórias coletadas nas parcelas de cada tratamento. Outro parâmetro avaliado foi o número de grãos por fileira, obtido através da contagem deles, considerando a média de 10 espigas. Posteriormente essas espigas voltaram a compor as amostras para ser avaliada a produtividade da cultura, para tal, foi realizada a debulha manual e em seguida a pesagem do milho, a produtividade final foi corrigida a 13% de umidade e o valor convertido a quilogramas por hectare. Para a determinação o peso de mil grãos (PMG) foi seguido a metodologia proposta por Brasil (2009).

Os resultados obtidos foram submetidos a análise de variância (ANOVA), e quando houve significância, os tratamentos foram comparados pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade de erro, com o auxílio do programa Sisvar (FERREIRA, 2015).

#### **4. RESULTADOS E DISCUSSÃO**

Não houve interação significativa entre as plantas de cobertura de solo e as fontes de nitrogênio em relação às características analisadas, como a produtividade de grãos, peso de mil grãos, altura de inserção de primeira espiga, diâmetro e comprimento de espigas. Pode-se observar que, embora não haja significância para as diferenças gerais em todas as análises, o coeficiente de variação (CV) para todas as variáveis, mostra baixa dispersão de dados, tanto para o fator cobertura quanto para o fator fonte de aplicação.

Tabela 1 - Altura (m) de inserção de primeira espiga de plantas de milho cultivadas em sucessão a plantas de cobertura e diferentes fontes de N. Frederico Westphalen, RS, Safra 2021/2022.

	Testemunha	Cama de aves	Ureia	Ureia + Cama de Aves	Média
<b>Aveia</b>	1,08 Bc*	1,53 Ab	1,44 Ab	1,51 Aa	1,39
<b>Nabo</b>	1,46 Ba	1,62 Aa	1,56 Aa	1,60 Aa	1,56
<b>Aveia+ nabo</b>	1,36 Bb	1,54 Ab	1,50 Ab	1,53 Aa	1,48
<b>Média<sup>ns</sup></b>	1,30	1,56	1,50	1,54	
<b>CV (%) 1</b>			3,34		
<b>CV (%) 2</b>			3,72		

\*Médias seguidas pelas mesmas letras maiúsculas na HORIZONTAL constituem grupo estatisticamente homogêneo. Médias seguidas pelas mesmas letras minúsculas na VERTICAL constituem grupo estatisticamente homogêneo. CV: Coeficiente de Variação.

Com relação à altura de inserção da primeira espiga (tabela 1) não houve diferença significativa entre os tratamentos quando se usou uma fonte de N e todos foram superiores a testemunha. Quando se compara as culturas que antecederam o milho sem aplicação de nenhuma fonte de N (testemunha) se observa uma maior altura de inserção da primeira espiga no milho cultivado sobre o nabo forrageiro, sendo esse incremento 35 e 7,3% superior ao observado sobre a aveia preta e na mistura de aveia preta + nabo respectivamente.

Em estudos realizados por Heinz et al. (2011) avaliando a decomposição e liberação de nutrientes, os autores constataram que o N foi rapidamente liberado dos resíduos culturais de nabo forrageiro, apresentando liberação de cerca de 30% do N total já aos 15 dias após o manejo, passando a atingir 60% do N total aos 30 após seu manejo. Isso mostra a importância da cobertura como fonte de nitrogênio para o milho cultivado em sucessão. Quando se aplicou alguma fonte de N no milho, esse efeito significativo do nabo antecedendo o milho sobre essa altura de planta também foi

significativo nos tratamentos com aplicação de ureia e da cama de aves de forma isoladas.

No caso da cama de aves isso mostra que a mesma precisa de um tempo de mineralização maior para liberação desse nitrogênio e essa deve ser repensada com relação ao momento de sua aplicação. Já relatado resultados semelhantes em SANTOS et al. (2009), onde mostram que quanto maior a relação C/N, maior o teor de celulose, hemicelulose, lignina e polifenóis, mais lenta é a decomposição da fitomassa e consequente a ciclagem dos nutrientes.

Independente do manejo de N adotado, e na média dos tratamentos, se observa uma menor altura das plantas no milho cultivado em sucessão a aveia preta. Mesmo com essa altura, é possível realizar a colheita mecanizada sem causar danos às culturas intracelulares, caso existam, pois de acordo com Marchão et al. (2005), a altura mínima de inserção da espiga para colheita mecânica é de 1,0 m.

Quanto a produtividade, se pode observar na tabela 2 que na ausência de aplicação de N não houve diferenças significativa na produtividade final de grãos quando o milho foi cultivado em sucessão ao nabo o na mistura do mesmo com a aveia e ambas foram superiores a observada sob a aveia preta. No comparativo a aveia preta e na ausência de N o incremento de produtividade foi de 93%. Já no consórcio aveia preta + nabo o incremento na produtividade de milho foi 78% maior ao observado sob a aveia preta, mostrando novamente a importância do nabo forrageira como cobertura de solo antecedendo o milho. isso se dá devido à baixa relação C/N, sem ocasionar prejuízo para o milho em sucessão, e que fica claro no tratamento sem aplicação de N (testemunha).

Isso vai de encontro ao observado no trabalho de Silva, et al. (2006), onde os autores relatam que o desenvolvimento do milho foi maior quando a cultura antecessora foi o nabo em comparação a aveia, e na justificativa dos autores, isso se deve a não imobilização de N pelo nabo, embora a planta também tenha respondido a aplicação de N. Ainda segundo os autores, a altura de plantas tem correlação positiva com a produtividade, onde plantas maiores podem ser mais produtivas devido a um acúmulo maior de reservas.

Quando se utilizou alguma fonte de N, a produtividade de milho não diferiu estatisticamente entre as coberturas com exceção quando da utilização da ureia +

cama de aves onde a maior produtividade de milho foi observada sobre o consórcio aveia preta + nabo forrageiro.

Tabela 2 – Produtividade (sc ha<sup>1</sup>) de milho cultivadas em sucessão a plantas de cobertura e diferentes fontes de N. Frederico Westphalen, RS, Safra 2021/2022.

Coberturas	<u>Testemunha</u>	<u>Cama de aves</u>	<u>Ureia</u>	<u>Ureia + Cama de Aves</u>	<u>Média<sup>ns</sup></u>
<u>Aveia</u>	<u>43,63 Bb</u>	<u>94,70 Aa</u>	92,97 Aa	97,80 Ab	82,27
<u>Nabo</u>	<u>83,07 Ba</u>	<u>105,77 Aa</u>	<u>100,50 Aa</u>	<u>89,17 Bb</u>	<u>94,62</u>
<u>Aveia+ nabo</u>	<u>77,70 Ba</u>	<u>107,10 Aa</u>	<u>94,77 Ba</u>	<u>115,67 Aa</u>	<u>98,80</u>
<u>Média<sup>ns</sup></u>	<u>68,13</u>	<u>102,52</u>	<u>96,08</u>	<u>100,88</u>	
<u>CV (%) 1</u>			<u>11,52</u>		
<u>CV (%) 2</u>			<u>15,28</u>		

\*Médias seguidas pelas mesmas letras maiúsculas na HORIZONTAL constituem grupo estatisticamente homogêneo. Médias seguidas pelas mesmas letras minúsculas na VERTICAL constituem grupo estatisticamente homogêneo. CV: Coeficiente de Variação.

Para a variável diâmetro de espiga (tabela 3), não houve um efeito significativo nos tratamentos quando da utilização de alguma fonte de N. Isso mostra que a cama de aves pode ser usada com fonte de N na cultura do milho em substituição total e/ou parcial do N mineral. Já na média para as diferentes plantas de cobertura se observa um maior diâmetro da espiga no cultivo do milho sob nabo forrageiro e na mistura do nabo com a aveia preta. Esse efeito da cobertura de solo sobre o diâmetro da espiga vai de encontro ao estudo de Santos et al. (2010), que encontraram efeitos significativos no diâmetro da espiga, quando o milho foi cultivado sob o feijão-de-porco e à aplicação de N mineral.

Tabela 3 – Diâmetro (mm) de espigas de milho cultivadas em sucessão a plantas de cobertura e diferentes fontes de N. Frederico Westphalen, RS, Safra 2021/2022.

Coberturas	Testemunha	Cama de aves	Ureia	Ureia + Cama de Aves	Média*
<b>Aveia</b>	38,45	41,24	42,08	42,12	40,97 b
<b>Nabo</b>	42,33	41,51	42,60	41,89	42,08 a
<b>Aveia+ nabo</b>	41,65	42,32	42,24	42,83	42,26 a
<b>Média<sup>ns</sup></b>	40,81	41,69	42,28	42,31	
<b>CV (%) 1</b>			2,6%		
<b>CV (%) 2</b>			5,2%		

\*. Médias seguidas pelas mesmas letras minúsculas na VERTICAL constituem grupo estatisticamente homogêneo. CV: Coeficiente de Variação.

Lázaro et al. (2013) também não observaram resposta para o diâmetro da espiga quando o milho foi cultivado sob diferentes manejos de adubação verde.

O diâmetro da espiga é um importante indicador de produtividade, pois está relacionado a formação e qualidade dos grãos, e conseqüentemente a produtividade final de grãos, conforme colocado por Rodrigues et al., (2018), onde mostram que um diâmetro de espiga maior pode potencializar uma maior produtividade de grãos.

É importante ressaltar que o comprimento e o diâmetro de espiga são características que podem determinar o potencial de produtividade do milho, como também foi observado por Ohland et al. (2005). Com relação ao comprimento da espiga, não houve resposta significativa quanto as fontes bem como efeito da cobertura de solo antecedendo o milho (tabela 4). Apesar de não ter sido verificado diferença significativa o comprimento médio mais longo da espiga de milho ocorreu quando as plantas receberam adubação combinada de ureia + cama de aves com média de 17,35 cm.

Tabela 4 – Comprimento (cm) de espiga de plantas de milho cultivadas em sucessão a plantas de cobertura e diferentes fontes de N. Frederico Westphalen, RS, Safra 2021/2022.

	Testemunha	Cama de aves	Ureia	Ureia + Cama de Aves	Média <sup>ns</sup>
<b>Aveia</b>	10,76	15,53	16,00	15,33	14,40
<b>Nabo</b>	13,16	14,90	15,20	15,03	14,57
<b>Aveia+ nabo</b>	12,63	15,63	15,63	21,70	16,40
<b>Média<sup>ns</sup></b>	12,18	15,35	15,61	17,35	
<b>CV (%) 1</b>			17,97%		
<b>CV (%) 2</b>			17,21%		

\*Médias seguidas pelas mesmas letras maiúsculas na HORIZONTAL constituem grupo estatisticamente homogêneo. Médias seguidas pelas mesmas letras minúsculas na VERTICAL constituem grupo estatisticamente homogêneo. CV: Coeficiente de Variação.

Para o comprimento de espiga não foi observada influência significativa das plantas de cobertura, porém o consorcio entre aveia e nabo proporcionou numericamente o maior comprimento (16,40cm). Os menores valores de comprimento de espiga foram encontrados ao cultivar milho em sucessão a aveia (14,40 cm) o que pode justificar também a produtividade discutida anteriormente. Em outros estudos

como os de Lourente et al. (2007) e Lázaro et al. (2013), os autores também não observaram diferenças nessa variável em função das culturas antecessoras, sugerindo que não há dados conclusivos sobre a influência das plantas nessas características. O comprimento da espiga é uma importante característica da planta de milho, pois está diretamente relacionado ao número de grãos por espiga e, conseqüentemente, à produtividade de grãos (FERREIRA et al., 2001). Em geral, quanto maior o comprimento da espiga, maior é o número de grãos, o que resulta em uma maior produtividade (OHLAND et al., 2005).

Como citado anteriormente, o comprimento de espiga está diretamente relacionado com o número de grãos por fileira, e conseqüentemente a produtividade final da cultura. Se observarmos os resultados da tabela 5 esse vão de encontro as produtividades obtidas. Quando do não aplicação de N (testemunha), onde é possível ver o efeito da cobertura de solo, ser observa novamente o nabo apresentado o maior número de grão por fileira superior a aveia preta e não diferindo significativamente na mistura com a aveia. Isso mostra novamente a importância do nabo como fonte de N para o milho em sucessão. Quando se observa o número de grão por espiga, quando da adição de alguma fonte de N não houve diferença significativa entre elas e todas foram superiores a testemunha. Soratto et al. (2010) obtiveram resultados positivos em relação ao número de grãos por espiga independente da fonte de N aplicada, e colocam que o N tem papel fundamental em assegurar o estabelecimento da capacidade produtiva do milho, sendo que o número de grãos é o componente de rendimento que se correlaciona mais intensamente com a produtividade de grãos de milho.

Tabela 5 – Número de grãos por fileira de plantas de milho cultivadas em sucessão a plantas de cobertura e diferentes fontes de N. Frederico Westphalen, RS, Safra 2022/2023.

	Testemunha	Cama de aves	Ureia	Ureia + Cama de Aves	Média
<b>Aveia</b>	17,00 Bb*	26,33 Aa	28,33 Aa	25,66 Ab	24,33
<b>Nabo</b>	21,66 Ba	26,66 Aa	26,33 Aa	24,66 Ab	24,83
<b>Aveia+ nabo</b>	19,66 Ba	26,66 Aa	27,00 Aa	28,66 Aa	25,50
<b>Média</b>	19,44	26,55	27,22	26,33	
<b>CV (%) 1</b>			7,10%		
<b>CV (%) 2</b>			7,91%		

\*Médias seguidas pelas mesmas letras maiúsculas na HORIZONTAL constituem grupo estatisticamente homogêneo. Médias seguidas pelas mesmas letras minúsculas na VERTICAL constituem grupo estatisticamente homogêneo. CV: Coeficiente de Variação.

A utilização do consorcio aveia + nabo resultaram no maior número de grãos por fileira (25,50) na média para todos os manejos de N. A utilização de nabo + aveia em sucessão de cultivo com o milho pode aumentar o número de grãos por fileira devido à melhoria das condições do solo. O nabo, por ser uma planta de crescimento rápido, pode fornecer nutrientes e matéria orgânica ao solo, aumentando sua capacidade de retenção de água e nutrientes (PAVINATO; ROSSOLEM, 2008). Além disso, a aveia pode contribuir para o aumento da matéria orgânica do solo, por ser uma planta que produz grande quantidade de resíduos (DONEDA et al., 2012). Com isso, há uma melhoria nas condições do solo para o cultivo subsequente de milho. Nesse ano de condução do experimento que foi marcado pelo déficit hídrico, a palhada de aveia preta no consórcio com o nabo com maior permanência sobre a superfície do solo, pode ter auxiliado na retenção de água no solo pela menor evaporação e isso somado ao nabo com maior mineralização e liberação de N ter favorecido a cultura.

Outra variável que influencia diretamente na produtividade final das culturas é o PMG (peso de mil grãos), o qual é afetado principalmente pela absorção de nutrientes, quanto maior a disponibilidade de nutrientes maior é o peso. Para peso de mil grãos (PMG) não foram encontradas diferenças significativas entre as plantas de cobertura e as diferentes fontes de N. No entanto, verifica-se incremento positivo, pois a utilização de ureia + cama de aves resultou em 264,81 gramas e a utilização do cultivo em sucessão com aveia + nabo em 258,70, valores maiores que os da testemunha, como pode ser observado na tabela 6.

Tabela 6 – Peso (g) de mil grãos de plantas de milho cultivadas em sucessão a plantas de cobertura e diferentes fontes de N. Frederico Westphalen, RS, Safra 2022/2023.

	Testemunha	Cama de aves	Ureia	Ureia + Cama de Aves	Média <sup>ns</sup>
<b>Aveia</b>	240,43	265,19	264,22	259,65	257,37
<b>Nabo</b>	255,25	259,27	251,86	267,26	258,41
<b>Aveia+ nabo</b>	253,49	253,17	260,60	267,54	258,70
<b>Média<sup>ns</sup></b>	249,72	259,21	258,89	264,81	
<b>CV (%) 1</b>			3,75%		
<b>CV (%) 2</b>			5,75%		

\*Médias seguidas pelas mesmas letras maiúsculas na HORIZONTAL constituem grupo estatisticamente homogêneo. Médias seguidas pelas mesmas letras minúsculas na VERTICAL constituem grupo estatisticamente homogêneo. CV: Coeficiente de Variação.

De acordo com Novakowski et al. (2013), a utilização de cama de aviário no inverno, durante o cultivo de aveia e azevém, resultou em um aumento na massa de mil grãos na cultura do milho em comparação com o cultivo de aveia e azevém sem adubação. A utilização combinada de ureia + cama de aves resultou na maior média do peso de mil grãos (264,81 gramas). A cama de aves é rica em nutrientes orgânicos, como proteínas e aminoácidos, que são liberados lentamente no solo, fornecendo alimento para as plantas ao longo do tempo (BATISTA et al., 2018). Já a ureia é uma fonte de nitrogênio prontamente disponível após aplicação ao solo para as plantas e pode ser rapidamente absorvida pelas raízes do milho (SILVA et al., 2009).

Outra vantagem do uso de cama de aves e ureia na adubação do milho é que esses fertilizantes podem ajudar a reduzir os custos de produção. Isso ocorre porque a cama de aves é um subproduto da criação de aves, e pode ser encontrada com facilidade em muitas regiões. Além disso, a ureia é um fertilizante relativamente barato, o que a torna uma opção acessível para muitos produtores (SILVA et al., 2011). Dessa forma, o uso de cama de aves e ureia pode ser uma alternativa viável e econômica para a adubação do milho, ao mesmo tempo em que melhora a qualidade e a produtividade da cultura.

## **5. CONCLUSÃO**

O nabo forrageiro se mostrou uma excelente planta de cobertura como fonte de nitrogênio para o milho cultivado em sucessão. Com relação as fontes de nitrogênio, a cama de aves pode ser usada em substituição total o parcial a adubação mineral de nitrogênio.

## REFERÊNCIAS

ARF, O. et al. **Benefícios do milho consorciado com gramínea e leguminosas e seus efeitos na produtividade em sistema plantio direto.** Revista Brasileira de Milho e Sorgo, v.17, n.3, p. 431-444, 2018.

BATISTA, Marcelo Augusto et al. **Princípios de fertilidade do solo, adubação e nutrição mineral.** BRANDÃO-FILHO, JUT; FREITAS, PSL; BERIAN, LOS; GOTO, R. Hortaliças-fruto. Maringá: EDUEM, p. 113-161, 2018.

CALVO, C. L.; FOLONI, J. S. S.; BRANCALIÃO, S. R. **Produtividade de fitomassa e relação C/N de monocultivos e consórcios de guandu-anão, milheto e sorgo em três épocas de corte.** Bragantia, Campinas, v. 69, n. 1, p. 77-86, 2010.

CANTARELLA, H. & RAIJ, B. van. **Adubação nitrogenada no Estado de São Paulo.** In: SANTANA, M.B.M. (coord.). Adubação nitrogenada no Brasil. Ilhéus, CEPLAC: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 1986. p.47-9.

COELHO, A. M. **Nutrição e adubação de milho.** Ministério da Cultura, Pecuária e Abastecimento. Dezembro de 2006.

CORRÊA, J. C., MIELE, M. **A cama de aves e os aspectos agronômicos, ambientais e econômicos.** In: PALHARES, J. C. P.; KUNZ, A. (Ed.). Manejo ambiental na avicultura. Concórdia: Embrapa Suínos e Aves, 2011. p. 125-152.

CONAB. **Companhia Nacional De Abastecimento.** 12º levantamento de grãos 2006/2007.

CONAB. **Companhia Nacional de Abastecimento. Perspectivas para a agropecuária.** Companhia Nacional de Abastecimento, v.7, Brasília : Conab, 2019.

CONAB. **Acompanhamento da safra brasileira de grãos – Safra 2020/2021.** v.8, n.8, p.55- 76, 2021.

CONAB. **Companhia Nacional de Abastecimento.** Acompanhamento da Safra Brasileira - Grãos. Safra 2021/2022. Quinto levantamento. Brasília. 2022.

DONEDA, Alexandre et al. **Fitomassa e decomposição de resíduos de plantas de cobertura puras e consorciadas.** Revista Brasileira de Ciência do Solo, v. 36, p. 1714-1723, 2012.

EMBRAPA. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Fisiologia da Produção do Milho. 76. Ed. Sete Lagoas-MG, 2006.

FAGAN, E. B; et al. **Fisiologia da fixação biológica do nitrogênio em soja** - Revisão. Revista da FZVA. Uruguaiana, v.14, n.1, p. 89-106. 2007.

FERREIRA, Alexandre Cunha de Barcellos et al. **Características agronômicas e nutricionais do milho adubado com nitrogênio, molibdênio e zinco**. Scientia Agrícola, v. 58, p. 131-138, 2001.

FERREIRA, P. A; et al. **Produção relativa do milho e teores folheares de nitrogênio, fósforo, enxofre e cloro em função da salinidade do solo**. Rev. Ciênc. Agron., v.38, n.1, p.7-16, 2007.

FERREIRA, D. F. **Programa Sisvar versão 5.6**. Lavras: Departamento de Ciências Exatas da Universidade Federal de Lavras, 2015.

FIORIN, J. E. **Manejo e fertilidade do solo no sistema plantio direto**. Passo Fundo, 2007. 184 p

GROVE, L.T.; RITCHEY, K.D.; NADERMAN JR., G.C. **Nitrogen fertilization of maize on oxisol of the cerrado of Brasil**. Agronomy Journal, Madison, v.27, n.2, p.261-5, 1980.

HEINZ, R; et al. **Decomposição e liberação de nutrientes de resíduos culturais crambe e nabo forrageiro**. Ciência Rural, Santa Maria, v.41, n.9, p.1549-1555, set, 2011.

KIEHL, E.J. **Fertilizantes orgânicos**. Piracicaba: Agronômica Ceres, 1985. 492p.

LÁZARO, R. D. L.; COSTA, A. C. T. DA; SILVA, K. DE. F. DA; SARTO, M. V. M.; JÚNIOR, J. B. D. **Produtividade de milho cultivado em sucessão à adubação verde**. Pesquisa Agropecuária Tropical, v. 43, n. 1, p. 10-17, 2013.

LOURENTE, Elaine Reis Pinheiro et al. **Culturas antecessoras, doses e fontes de nitrogênio nos componentes de produção do milho**. Acta Scientiarum. Agronomy, v. 29, n. 1, p. 55-61, 2007.

MAGALHÃES, P. C. et al. **Fisiologia do Milho**. Circular Técnica 22. Embrapa Milho e Sorgo, Sete Lagoas, MG, dezembro, 2002.

MARCHÃO, R. L.; BRASIL, E. M.; DUARTE, J. B.; GUIMARÃES, C. M.; GOMES, J. A. **Densidade de plantas e características agronômicas de híbridos de milho sob espaçamento reduzido entre linhas**. Pesquisa Agropecuária Tropical, Goiânia, v.35, n.2, p.93-101, 2005.

NOVAKOWISKI, Jaqueline Huzar et al. **Adubação com cama de aviário na produção de milho orgânico em sistema de integração lavoura-pecuária**. Semina: Ciências Agrárias, v. 34, n. 4, p. 1663-1672, 2013.

OVIEDO-RONDÓN, E. O. **Tecnologias para mitigar o impacto ambiental da produção de frangos de corte**. Revista Brasileira de Zootecnia. v. 37, n. spe, p. 239-252, 2008.

OHLAND, Regiani Aparecida Alexandre et al. **Culturas de cobertura do solo e adubação nitrogenada no milho em plantio direto**. Ciência e Agrotecnologia, v. 29, p. 538-544, 2005.

PAES, M. C. D. **Aspectos Físicos, Químicos e Tecnológicos do Grão de Milho**. Sete Lagos: EMBRAPA, 2006.

PALHARES, J. C. P. **Uso da cama de frango na produção de biogás**. Circular técnica 41. Embrapa Suínos e Aves, Concórdia, SC, dezembro, 2004.

PAVINATO, Paulo Sérgio; ROSOLEM, Ciro Antonio. **Disponibilidade de nutrientes no solo: decomposição e liberação de compostos orgânicos de resíduos vegetais**. Revista Brasileira de Ciência do solo, v. 32, p. 911-920, 2008.

PRIMAVESI, A.C.; PRIMAVESI, O.; CORRÊA, L.A.; SILVA, A.G.; CANTARELLA, H. **Nutrientes na fitomassa de capim-marandu em função de fontes e doses de nitrogênio**. Ciência e Agrotecnologia, v. 30, n. 1, p. 562-568, 2006.

RAFAEL, J. A. **Coberturas vegetais e seus efeitos nas características agrônômicas do milho (Zea mays L.)**. 2021. 61 p. Dissertação (Mestrado em Agronomia Tropical)-Universidade Federal do Amazonas, Manaus, AM, 2021.

REDIN, Marciel et al. **Plantas de cobertura de solo e agricultura sustentável: espécies, matéria seca e ciclagem de carbono e nitrogênio**. 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, UFRGS, 2016.

RODRIGUES, Fabrício et al. **Aptidão de híbridos de milho para o consumo in natura**. Revista de Ciências Agrárias, v. 41, n. 2, p. 484-492, 2018.

SANTIN, R. **Exportações de carne e frango - Dezembro 2021**. Posicionamento do presidente da Associação Brasileira de Proteína Animal - ABPA . Jan, 2022.

SANTOS, L. B. et al. **Substituição da adubação nitrogenada mineral pela cama de frangos na sucessão da aveia/milho**. Bioscience Journal, Uberlândia, v. 30, p. 272-281, 2014.

SANTOS, R. et al. **Decomposição e liberação de nitrogênio de duas espécies de adubos verdes manejados no período seco em cafezal**. Revista Brasileira de Agroecologia, v.4, n.2, p.1342-1345, 2009.

SANTOS, PABLO ARAMÍS et al. **Adbulos verdes e adubação nitrogenada em cobertura no cultivo do milho**. Revista brasileira de milho e sorgo, v. 9, n. 2, p. 123-134, 2010.

SILVA, Edson Cabral da et al. **Aproveitamento de nitrogênio pelo milho, em razão da adubação verde, nitrogenada e fosfatada**. Pesquisa agropecuária brasileira, v. 44, p. 118-127, 2009.

SILVA, Edson Cabral da et al. **Épocas e formas de aplicação de nitrogênio no milho sob plantio direto em solo de cerrado**. Revista Brasileira de Ciência do Solo, v. 29, p. 725-733, 2005.

SILVA, Thais R. da et al. **Cultivo do milho e disponibilidade de P sob adubação com cama-de-frango**. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, v. 15, p. 903-910, 2011.

SORATTO, R. P. et al. **Fontes alternativas e doses de nitrogênio no milho safrinha em sucessão à soja**. Revista Ciência Agronômica, v. 41, n. 4, p. 511-518, out-dez, 2010.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia vegetal**. Porto Alegre: Artmed. 2004.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia e Desenvolvimento vegetal**. 6. ed. Porto Alegre: Artmed, 2017. cap. 9, p. 245 - 268

TASCA, F. A. et al. **Volatilização de amônia do solo após a aplicação de ureia convencional ou com inibidor de urease**. Revista Brasileira de Ciência do Solo. v. 35, n. 2, p. 493-502, 2011.

USDA. United State Department of Agriculture. **Relatório de Oferta e demanda mundial do milho- Safra 2020/2021**, 2021.