

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

Eduarda Vargas de Souza Leandro

**PLANTAS DE COBERTURA E CAMA DE AVES COMO FONTE DE NITROGÊNIO
NA CULTURA DO MILHO E DO FEIJÃO EM SUCESSÃO**

Frederico Westphalen, RS 2022

Eduarda Vargas de Souza Leandro

**PLANTAS DE COBERTURA E CAMA DE AVES COMO FONTE DE NITROGÊNIO
NA CULTURA DO MILHO E DO FEIJÃO EM SUCESSÃO**

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^o Dr. Claudir José Basso

Frederico Westphalen, RS 2022

Eduarda Vargas de Souza Leandro

**PLANTAS DE COBERTURA E CAMA DE AVES COMO FONTE DE NITROGÊNIO
NA CULTURA DO MILHO E DO FEIJÃO EM SUCESSÃO**

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 08 de setembro de 2022

Claudir José Basso, Dr. (UFSM)
(Presidente/Orientador)

Comissão de Avaliação (UFSM)

Comissão de Avaliação (UFSM)

Frederico Westphalen, RS 2022

RESUMO

PLANTAS DE COBERTURA E CAMA DE AVES COMO FONTE DE NITROGÊNIO NA CULTURA DO MILHO E DO FEIJÃO EM SUCESSÃO

AUTOR: Eduarda Vargas de Souza Leandro

ORIENTADOR: Claudir José Basso

As plantas de cobertura juntamente com a cama de aves podem ser utilizadas com alternativas para melhorar o aporte de nitrogênio (N) e a produtividade das culturas em sucessão. Por isso, o presente trabalho teve por objetivo avaliar o impacto do uso de plantas de cobertura de solo e a aplicação da cama de aves em algumas características agronômicas da cultura do milho e do cultivo do feijão em sucessão. Os experimentos foram conduzidos na área experimental da Universidade Federal de Santa Maria campus Frederico Westphalen, no ano agrícola 2021/2022, com altitude de 484 metros. Foram estudadas duas coberturas de solo e manejos de N, uma fonte mineral, outra orgânica e de ambas. As avaliações realizadas no milho foram: altura de planta, produtividade de grãos e produção de massa seca. No feijão, as avaliações foram: altura de planta, número de grãos por planta e produtividade de grãos. As fontes de N proporcionaram efeitos positivos nos caracteres agronômicos, demonstrando que a utilização de cama de aves pode ser uma alternativa para a substituição total e/ou parcial na adubação mineral de N nas culturas do milho e feijão. Conclui-se que com relação às plantas de cobertura de solo, se observou um incremento na produtividade de milho quando esse foi cultivado em sucessão ao nabo forrageiro.

Palavras-Chave: *Zea mays*, *Phaseolus vulgaris* L., Resíduos orgânicos, Fonte nitrogenada

ABSTRACT

COVERAGE PLANTS AND POULTRY BED AS A SOURCE OF NITROGEN IN CORN AND BEANS IN SUCCESSION

AUTOR: Eduarda Vargas de Souza Leandro

ORIENTADOR: Claudir José Basso

Cover crops together with poultry litter can be used as alternatives to improve nitrogen (N) input and productivity of crops in succession. Therefore, the present work aimed to evaluate the impact of the use of ground cover plants and the application of poultry litter on some agronomic characteristics of corn and beans in succession. The experiments were carried out in the experimental area of the Federal University of Santa Maria campus Frederico Westphalen, in the agricultural year 2021/2022, at an altitude of 484 meters. Two soil cover and N managements were studied, a mineral source, an organic source and both. The evaluations carried out in corn were: plant height, grain yield and dry mass production. In common bean, the evaluations were: plant height, number of grains per plant and grain yield. The N sources provided positive effects on agronomic traits, demonstrating that the use of poultry litter can be an alternative for the total and/or partial replacement of N mineral fertilization in corn and bean crops. It is concluded that in relation to ground cover plants, an increase in corn productivity was observed when it was cultivated in succession to forage radish.

Keywords: *Zea mays*, *Phaseolus vulgaris L.*, Organic residues, Nitrogen source.

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Altura de plantas de milho cultivado em sucessão a plantas de cobertura e fontes de nitrogênio. Frederico Westphalen, RS, Safra 2021/2022.....	20
Tabela 2 - Produtividade do milho cultivado em sucessão a plantas de cobertura e fontes de nitrogênio. Frederico Westphalen, RS, Safra 2021/2022.....	21
Tabela 3 - Produção de massa seca do milho cultivado em sucessão a plantas de cobertura e fontes de nitrogênio. Frederico Westphalen, RS, Safra 2021/2022.....	23
Tabela 4 - Altura de planta de feijão cultivado em sucessão a cultura do milho. Frederico Westphalen, RS, Safra 2022.....	24
Tabela 5 - Número de grãos por plantas de feijão cultivado em sucessão à cultura do milho. Frederico Westphalen, RS, Safra 2022.....	24
Tabela 6 - Produtividade de feijão cultivado em sucessão à cultura do milho. Frederico Westphalen, RS, Safra 2022.....	25

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	8
2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	10
2.1 A CULTURA DO MILHO	10
2.2 A CULTURA DO FEIJÃO	11
2.3 IMPORTÂNCIA DO NITROGÊNIO	12
2.4 CAMA DE AVES	13
2.5 PLANTAS DE COBERTURA	14
3. MATERIAL E MÉTODOS	16
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO	19
5. CONCLUSÕES	27
REFERENCIAL BIBLIOGRÁFICO	28

1. INTRODUÇÃO

O milho (*Zea mays*) é cultivado em todas as regiões do Brasil e está presente na alimentação humana e/ou para ração animal, devido às suas elevadas qualidades nutricionais devido a sua composição, permitindo sua utilização na nutrição. Além disso, tem um alto potencial produtivo e no contexto agrícola brasileiro, é uma das culturas de grande importância econômica. Na safra de 2021/2022, enquanto na primeira safra houve uma certa estabilidade na produção em 24,9 milhões de toneladas, devido às condições climáticas desfavoráveis principalmente nos estados do Sul, a segunda safra foi marcada por uma retomada na produção em torno de 41,8%, sendo estimada em 86,1 milhões de toneladas (CONAB, 2022).

Outra cultura de grande importância para o país é o feijão (*Phaseolus vulgaris L.*), que ocupa lugar de destaque na agricultura brasileira, sendo caracterizado como forte produto no mercado interno, cujos grãos representam uma importante fonte de proteína e minerais na dieta da população, além de possuir notória importância socioeconômica. É um dos alimentos básicos de vários povos, principalmente do brasileiro, constituindo a sua principal fonte de proteína vegetal. Na produção brasileira de feijão houve redução na área plantada em comparação a 2020/21, especialmente em razão da grande concorrência com o cultivo de milho e trigo, cereais que expandiram suas áreas de abrangência neste ciclo. Ainda assim, a produção total do grão ficará próximo a 3 milhões de toneladas (CONAB, 2022).

Para ambas as culturas é de suma importância a utilização da adubação, sendo esta um dos principais componentes que impacta no custo de produção. Dentre os elementos essenciais para as culturas está o nitrogênio (N), sendo o mineral que as plantas requerem em maiores quantidades (TAIZ e ZEIGER, 2017), acumulado na parte aérea das plantas e posteriormente exportado nos grãos. A escolha da fonte de N a ser utilizada deve levar em consideração fatores determinantes quando se busca uma boa produtividade de grãos (BRATTI, 2013).

Uma das fontes de N muito utilizadas são os fertilizantes, um dos componentes de produção que mais impactam no custo de produção, porém, são indispensáveis quando se busca uma alta produtividade. O N é o nutriente de maior demanda em relação aos demais, acumulado na parte aérea e posteriormente exportado para os grãos (VERGÜTZ e NOVAIS, 2015). Dentre os fertilizantes minerais nitrogenados disponíveis comercialmente no mercado, se tem a ureia, nitrato de amônio e o sulfato de amônio, sendo a ureia a fonte mais utilizada e

conhecida pelos produtores. Além de fontes minerais, fontes orgânicas como esterco de animais (aves e suínos) também são importantes opções como fonte de N, conseqüentemente, possuem características diferentes, tanto em composição quanto forma de disponibilidade do nutriente, fatores que influenciam na escolha da fonte nitrogenada.

Na agricultura, os resíduos orgânicos podem ser uma das alternativas a adubação mineral, pois além de fonte de alguns nutrientes, oferece melhorias nas propriedades químicas, físicas e biológicas do solo por meio da incorporação de matéria orgânica, indo além de ser somente um suprimento de nutrientes (OVIEDO-RONDÓN, 2008).

Um dos resíduos mais produzidos no Brasil é a cama de aves ou cama de frango, com projeções de produção para o ano de 2022 de 14,9 milhões de toneladas, um volume 4% maior em relação a 2021 (SANTIN, 2022). Contém vários nutrientes como o N, fósforo e o potássio em quantidades que podem ser disponibilizados para as plantas, sendo uma prática que aproveita os recursos existentes na propriedade, tendo como alternativa de destinação a utilização como adubo orgânico, pois é uma fonte rica em nutrientes e contribui na redução de adubos minerais que podem ser substituídos parcial ou totalmente (GOULART et al., 2015).

Além disso, plantas de cobertura de solo também podem ser usadas com estratégias para se aumentar a disponibilidade de N a cultura em sucessão, principalmente quando essa for uma gramínea como o milho que são no geral muito responsivas ao nitrogênio, pois durante o seu crescimento vegetativo, há estádios fenológicos críticos que irão definir o potencial produtivo da cultura (Fornasieri-Filho, 2007).

Por isso, a hipótese que fundamenta esse trabalho é que plantas de cobertura e a cama de aves podem ser utilizadas como alternativas para suprir a demanda de N e manter a produtividade das culturas em sucessão. O presente trabalho teve por objetivo estudar/avaliar o impacto do uso de plantas de cobertura e aplicação de cama de aves nas características agronômicas da cultura do milho e do feijão cultivado em sucessão.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 A CULTURA DO MILHO (*Zea mays*)

O milho alcançou o patamar de maior cultura agrícola do mundo, sendo a única cultura a já ter ultrapassado a marca de 1 bilhão de toneladas colhidas por ano (EMBRAPA, 2019). A importância do milho em diversas cadeias produtivas, principalmente aquelas vinculadas à produção de carne, incentivou a produção do cereal em todas as partes do globo ao longo das últimas décadas (Cruz et al., 2011; Miranda et al., 2021). No contexto da agricultura brasileira, o cultivo do milho 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. O uso do milho em grãos na alimentação animal representa a maior parte do consumo desse cereal, ou seja, cerca de 70%, no mundo (FERREIRA et al., 2007).

A cultura do milho é extremamente adaptável, tanto que no Brasil, o grão é cultivado em todas as regiões do país. A produção também é maleável, pois apresenta diferentes resultados de acordo com as variações climáticas de cada região. No Sul, Sudeste, Centro e Centro Oeste, a primeira safra ocorre com a semeadura no período de primavera/verão, já no Norte e no Nordeste brasileiro, a concentração de chuvas no mês de janeiro faz deste o período ideal para semeadura, chamado de segunda safra. Na região Centro-Sul do Brasil, e que a nível de Brasil representa o maior volume de milho produzido, a semeadura só se inicia após a colheita da soja precoce, no período do verão/outono (CONAB, 2007).

Além disso, as necessidades nutricionais de qualquer planta são determinadas pela quantidade de nutrientes que esta extrai durante o seu ciclo. Esta extração total dependerá, portanto, do rendimento obtido e da concentração de nutrientes nos grãos e na palhada. Assim, 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).

Durante o seu ciclo, a cultura necessita de grandes quantidades de N e usualmente requer o uso de adubação nitrogenada em cobertura para complementar a quantidade suprida pelo solo, quando se deseja produtividades elevadas. 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), esses autores observaram que, em geral, de 70 a 90% dos ensaios de adubação com milho realizados a campo no Brasil respondem à aplicação de nitrogênio, mostrando que gramíneas de maneira geral, são muito responsivas à adubação mineral nitrogenada.

Dada a importância da adubação nitrogenada na cultura e a necessidade de aplicações em cobertura, verifica-se a possibilidade de empregar diferentes manejos com fontes que apresentam características de liberação de N variadas ao ponto de disponibilizar este nutriente ao longo de todo o ciclo da cultura.

2.2 A CULTURA DO FEIJÃO (*Phaseolus vulgaris* L.)

No Brasil, o cultivo do feijão no estado do Rio Grande do Sul é em quase na sua totalidade realizado como uma 2ª safra ou safrinha, sendo semeado após a colheita de uma commodity como a soja ou milho. De ciclo curto, o cultivo do feijão possibilita a realização de mais um ciclo produtivo dentro das unidades de produção com mais retorno ao produtor em uma mesma área de produção (CONAB, 2021). O Brasil está entre os países que lideram a produção mundial de feijão comum, pois a produção é difundida em todo o território nacional. A produção brasileira de grãos, mesmo com as oscilações climáticas registradas durante o ciclo, a produção deve alcançar em torno de 1,36 milhão de toneladas, representando um incremento de 19,5% em relação à temporada anterior (CONAB, 2022).

O feijoeiro é considerado uma planta exigente em nutrientes, em função do pequeno e pouco profundo sistema radicular e do ciclo curto. Por isso, é fundamental que os nutrientes sejam colocados à disposição da planta em momentos de maior demanda pela planta. A absorção de nitrogênio ocorre praticamente durante todo o ciclo da cultura, mas a época de maior exigência, quando a velocidade de absorção é máxima, ocorre dos 35 aos 50 dias da emergência da planta, coincidindo com a época do florescimento, neste período, a planta absorve de 2,0 a 2,5 kg N/ha dia (ROSOLEM et al., 1994). Segundo os mesmos autores, no caso do feijão o N é o nutriente mais exigido pela cultura, sendo que para a produção de 1,0 tonelada de grãos a planta extrai entre 45 e 50 kg de N, dos quais aproximadamente 50% são exportados nos grãos.

A fixação simbiótica de N não tem sido suficiente para atender a demanda da planta, assim, normalmente se obtém resposta ao N aplicado. Logo, a adubação nitrogenada é um

importante manejo a ser adotado na cultura, sendo que a cultura responde bem a adubação orgânica, têm sido obtidas respostas à aplicação de até 4 a 8 t de esterco de galinha ou cama de frango de corte, o efeito residual desta adubação tem sido observado até o 3º ano, sendo recomendado aplicar adubo orgânico a lanço e incorporado com grade (ROSOLEM et al., 1994).

2.3 IMPORTÂNCIA DO NITROGÊNIO

O solo é a fonte primária de nutrientes para os vegetais, devendo fornecer um suporte físico para as plantas; nutrientes inorgânicos adequados; água e um ambiente gasoso ideal para o desenvolvimento do sistema radicular. Entre os elementos essenciais às plantas, o nitrogênio tem um grande destaque, pois é o que mais causa impacto na produção, sendo o elemento mineral que as plantas requerem em maiores quantidades, servindo como constituinte de muitos componentes celulares vegetais como clorofila, aminoácidos e ácidos nucleicos (TAIZ; ZEIGER, 2017).

O nitrogênio (N) é um macronutriente requerido em grandes quantidades pelas culturas agrícolas, especialmente as gramíneas, essencial para o crescimento vegetal, cuja capacidade fotossintética está diretamente relacionada à disponibilidade desse elemento. 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). Durante muito tempo a humanidade dedicou-se a buscar fontes de nitrogênio que pudessem ser utilizadas na agricultura e, assim, suprir a necessidade da crescente demanda de alimentos (ROCHA et al., 2021). 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).

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).

No solo, as principais formas de nitrogênio disponíveis para as plantas são amônio (NH_4^+) e nitrato (NO_3^-), as quais são encontradas em menor quantidade no solo, porém de

grande importância para a nutrição das plantas (VIEIRA, 2017). Considerando-se que ambas as classes de N presentes no solo sofrem contínuas transformações através de reações químicas, físicas e biológicas, podendo ser perdido por meio de processos de volatilização, lixiviação, nitrificação, desnitrificação, imobilização e mineralização (VIEIRA, 2017).

2.4 CAMA DE AVES

Os fertilizantes orgânicos originam-se de resíduos vegetais ou animais, ou até mesmo de depósitos naturais em rochas. Para serem absorvidos pelas plantas, os compostos orgânicos precisam passar por um processo de mineralização pela ação de microrganismos do solo. Esses adubos apresentam algumas vantagens como: melhorar as propriedades físicas do solo com aumento na retenção de água durante o período seco; melhorar a drenagem em períodos chuvosos e a liberação desse nutriente de forma mais lenta e gradual (TAIZ; ZEIGER, 2017).

A avicultura brasileira se destaca como um grande produtor e exportador de carne de frango para o mundo, predominando como um setor de relevante importância para o país. Entretanto, atrelado à produção, gera-se uma quantidade significativa de resíduos, principalmente a cama de aves. A cama de aves torna-se um resíduo que necessita de uma destinação adequada e devido à elevada concentração de nutrientes e material orgânico, este resíduo é reaproveitado como adubo pela maioria dos produtores (SCHALLEMBERGER et al, 2018).

Como nas demais atividades agropecuárias, pesquisas mostram que a cama de aves pode ser uma boa alternativa para adubação orgânica, pela grande quantidade de resíduos gerados pela avicultura no país e pela sua capacidade de complementar ou substituir total ou parcialmente a adubação mineral. Se bem manejados, poderão tornar-se não apenas uma importante fonte para redução de custos de produção e agregação de valor à atividade, mas também um modelo de produção sustentável. O aumento da produção de resíduos avícolas vem provocando impactos ambientais, pois sua taxa de geração é muito maior que a sua taxa de degradação, dessa forma, é cada vez mais presente a necessidade de reaproveitar os resíduos gerados na agropecuária (BRATTI, 2013).

Com o aumento da produção de resíduos orgânicos oriundos de atividades criatórias de animais em solos agrícolas nos últimos anos, os resíduos por vezes são aplicados sem muito critério, levando a problemas ambientais que foram se acentuando (Bilar et al., 2019). Desta forma, destaca-se a importância da destinação correta desses resíduos com o intuito de diminuir os impactos ambientais negativos, e além disso, seu manejo nas áreas de aplicação,

buscando atender a demanda das culturas adubadas e sua utilização reduz custos com aquisição de fertilizantes comerciais, sendo economicamente viável a sua aquisição (OVIEDO-RONDÓN 2008). Por isso, a utilização desses resíduos em área de pastagem ou agrícolas tem sido apontada com a melhor estratégia de utilização desses resíduos desde que seja utilizado de forma racional e com critérios.

Sendo assim, a procura por diferentes técnicas para o melhorar a estrutura física e química do solo, vem ganhando espaço com a utilização de produtos orgânicos ou menos nocivos ao meio ambiente. A adição de fertilizantes orgânicos ao solo pode trazer redução no uso de fertilizantes minerais industriais, promover o aumento de matéria orgânica do solo e a reciclagem de nutrientes essenciais às plantas, os quais possuem importante papel na produção agrícola e na manutenção da fertilidade do solo (ROCHA et al, 2019).

Menezes et al. (2003) reforçam que resíduos orgânicos, são considerados insumos de baixo custo e de alto retorno econômico para a agropecuária, além do retorno direto da atividade. É uma das alternativas de maior receptividade pelos agricultores, por estar disponíveis nas propriedades a um baixo custo, podendo viabilizar a adubação em culturas comerciais, pois quando adequadamente manejados é possível manter as produtividades, a fertilidade do solo, diminuir o potencial poluidor, tornando-se um importante fator agregador de valor, já que é um recurso disponível nas propriedades.

2.5 PLANTAS DE COBERTURA DO SOLO

Iniciou-se no Brasil nos anos 90, a transição do sistema convencional para o plantio direto, com enfoque em reduzir a degradação do solo e impactos ambientais, em razão do excessivo manejo e revolvimento do solo, sistema esse, que alavancou a produtividade das lavouras brasileiras. Diante disso, segundo Abranches et al. (2021) a adubação verde ressurge como uma importante prática não só para a conservação, mas também para a recuperação do solo, além de contribuir com a nutrição das plantas que se beneficiam dela.

A palhada na superfície do solo é a razão de grande parte dos benefícios do sistema plantio direto (SPD). Desse modo, pode-se afirmar que o sucesso do SPD é resultado da manutenção de uma boa cobertura do solo. Segundo Andrioli et al. (2008) independente do clima, tipo de solo ou localização geográfica, a produção de fitomassa e cobertura de solo são essenciais para a implantação, manutenção e viabilização do SPD. A importância da produção de fitomassa exerce importante papel, pois protege o solo contra erosão, melhora a fertilidade e aumenta a infiltração e disponibilidade hídrica às plantas.

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). As plantas como nabo forrageiro (*Raphanus sativus* L.) e aveia preta (*Avena strigosa*) são ótimas alternativas para uso como cobertura vegetal, no período de entressafra de grandes culturas, como o milho, soja e o trigo, e produzem grande volume de fitomassa. No caso da aveia preta, por ter alta relação C/N, apresenta baixa taxa de decomposição, proporcionando proteção física ao solo por período mais prolongado.

Por outro lado, o nabo forrageiro é uma planta da família das crucíferas, bastante utilizada na adubação verde, devido às suas raízes pivotantes que penetram o solo com maior facilidade, e caracterizado por ser uma planta recicladora e dispor de nutrientes ao solo. É uma espécie com alta tolerância à geada e a seca, sendo cultivada principalmente no outono e no inverno, e também é muito resistente a solos com problemas de acidez, a doenças e pragas (BARROS, JARDINE, 2012). Apresenta desenvolvimento inicial rápido, alto rendimento de matéria seca e ciclo curto, possui também, taxa de decomposição elevada liberando nutrientes mais rapidamente, conseqüentemente, deixa o solo descoberto mais cedo e se não manejada corretamente, pode se tornar planta daninha de cultivos posteriores (SILVA et al., 2007). Além disso, 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.

A aveia é uma gramínea pertencente à família Poaceae, cultivada para a cobertura de solo e produção de palhada, no SPD, antecedendo as culturas de verão. Uma das suas principais características é a precocidade e a rusticidade de adaptação a temperaturas amenas a baixas e a solos com pouca fertilidade (CARVALHO; STRACK, 2014). Além disso, tem baixa taxa de decomposição, o que mantém cobertura no solo por mais tempo, no entanto, a liberação de N ocorre de maneira mais lenta, influenciando no desenvolvimento inicial da planta (WENTZ, 2010). Também contribui para o acúmulo de matéria orgânica, protegendo o solo contra a erosão, melhorando a taxa de ciclagem de nutrientes e a inibição da emergência de plantas daninhas, além de quebrar o ciclo de doenças e pragas (ANSELMO; SANTOS; SÁ, 2013).

3. MATERIAL E MÉTODOS

Os experimentos foram conduzidos na área experimental da Universidade Federal de Santa Maria campus Frederico Westphalen, no ano agrícola 2021/2022. A área está localizada aproximadamente entre 27°23'51" de Latitude Sul e 53°25'38" de Longitude Oeste, com altitude de 484 metros, pluviosidade média anual de 1881 milímetros e temperatura média de 19,2 °C e variações com máxima de 38 °C e mínima de 0 °C. O clima da região, segundo classificação de Köppen e Geiger, é subtropical úmido de verão quente, do tipo fundamental Cfa, predominante no Sul do Brasil. O solo do local experimental é classificado como Latossolo Vermelho distroférico (EMBRAPA, 2013). Na instalação do experimento, o mesmo apresentava as seguintes características físico-químicas na camada de 0,00-0,10 m: 77% de argila; 5,6 pH (H₂O); 3,7% de matéria orgânica; 8 mg dm⁻³ de P (Mehlich⁻¹); 82,5 mg dm⁻³ de K; 8,8 cmolc dm⁻³ de Ca²⁺; 4,9 cmolc dm⁻³ de Mg²⁺.

Esse experimento foi conduzido no ano de 2021 com a semeadura do milho em setembro e após a semeadura do feijão em janeiro de 2022, o delineamento experimental foi de blocos ao acaso em esquema de parcelas subdivididas, com 3 repetições. Nas parcelas principais, realizou-se a semeadura de diferentes plantas de coberturas antecedendo o milho aveia preta, nabo forrageiro e consórcio aveia preta + nabo forrageiro. A quantidade de semente utilizadas para semeadura de aveia preta e nabo forrageiro foram de 100 kg ha⁻¹ e 15 kg ha⁻¹, respectivamente, já no consórcio de aveia preta + nabo forrageiro a proporção utilizada foi de 40% (40 kg ha⁻¹) e 60% (9 kg ha⁻¹) respectivamente, tomando como base agricultores da região. Nas subparcelas empregou-se as diferentes fontes de nitrogênio, (T1) testemunha (sem aplicação de N), (T2) 100% da recomendação de N aplicado via cama de aves, (T3) 100% da recomendação de N aplicado via uréia e (T4) 50% do N aplicado via adubação mineral e 50% via cama de aves. A parcela principal apresentava uma área de 60 m² (20,0 m x 3,0 m) e a subparcela 15m² (5,0 x 3,0 m). As parcelas eram constituídas de seis linhas com 4 m de comprimento espaçadas de 0,45 m entre si, sendo desconsideradas cada linha lateral e 0,5 m das extremidades como bordadura, perfazendo uma área útil de 5,4 m².

Com relação às fontes de N, a aplicação objetivou atender as exigências da cultura do milho e feijão baseado no Manual de adubação e calagem, sendo utilizado como fonte de nitrogênio a uréia (45% de N) e a cama de aves (2,94% de N).

Anterior à instalação do experimento de milho, foi realizada a dessecação para semeadura das plantas de cobertura no dia 5 de maio, onde utilizou-se de uma semeadora de

fluxo contínuo com 17 linhas de espaçamento 0,17 m. Posteriormente, as mesmas foram dessecadas com glifosato (1,250 Kg e.a ha⁻¹) para semeadura do milho.

A semeadura do híbrido de milho DOW HERCULEX® I RR® Milho 2, foi realizada no dia 8 de setembro de 2021, com uma semeadora de precisão da marca Vence Tudo, modelo Panther SM 6000, com 6 linhas de plantio direto espaçadas 0,45 m entre si. A densidade de semeadura utilizada foi de 3,3 sementes por metro linear, totalizando 73 mil sementes por hectare, com população final de 57 mil plantas. A adubação fosfatada constituiu-se de 174,8 kg ha⁻¹ de P₂O₅. Logo após a semeadura realizou-se a aplicação superficial de cloreto de potássio, equivalente a 68 Kg ha⁻¹ de K₂O. As adubações seguiram a recomendação para milho com expectativa de produtividade de 10800 kg ha⁻¹, segundo CQFS – RS/SC (2004).

O manejo com aplicação das diferentes fontes de adubação nitrogenada (ureia, cama de aves, ureia + cama de aves), foram calculadas para atender 162 Kg ha⁻¹ de N. Nos tratamentos que continham adubação mineral foi aplicado logo após a semeadura 30 kg ha⁻¹ de N na forma de ureia sobre o sulco de semeadura e o restante (293,33 kg ha de N) em cobertura no estágio V5. A cama de aves, com 185 kg ha⁻¹, foi aplicada em uma só vez em cobertura logo após a semeadura do milho. Já a ureia + cama de aves 2755 Kg ha⁻¹ de cama de aves, e em cobertura de 113,33 Kg ha⁻¹ de ureia. Quanto ao tratamento cama de aves a dose aplicada do fertilizante orgânico foi de 5510 Kg ha⁻¹.

Em sucessão ao milho foi realizada no dia 7 de fevereiro de 2022, a semeadura do feijão cultivar uirapuru, com densidade de 16 sementes m⁻¹ linear. Por ocasião da semeadura, foi aplicado, 169 kg ha⁻¹ de superfosfato triplo na linha de semeadura para todas as parcelas, com auxílio de uma Semeadora Vence Tudo Serrana 5000-A com 5 linhas espaçadas 0,45 m e trator John Deere 5605. Após a semeadura do feijão, foi aplicado a lanço 134 kg ha⁻¹ de P₂O₅. Para os tratamentos com adubação mineral foi aplicado o equivalente a 133,33 kg ha⁻¹ de N parceladas em duas aplicações, onde 20 kg de N foram aplicados na linha de semeadura e o restante em cobertura no estágio V4.

Durante o desenvolvimento do milho e do feijão, foram realizados monitoramentos e acompanhamento dos experimentos e quando necessário a realização de algum manejo fitossanitário para o controle de pragas e doenças, seguiu-se o recomendado no boletim técnico para essas duas culturas.

Avaliações realizadas no milho iniciaram no pleno pendoamento, onde mensurou-se, considerando a média de dez plantas na parcela útil, determinou-se a produção de massa seca, através da coleta de cinco plantas por parcela, cortadas desde a superfície do solo, secas em estufa de circulação forçada de ar a temperatura de 65°C até peso constante, pesadas e o valor

extrapolado para quilogramas por hectare. Com a maturação fisiológica do milho realizou-se avaliação da altura de planta mensurada com o auxílio de trena métrica da superfície do solo até a bainha da folha bandeira. A produtividade foi obtida com a colheita manual das espigas das duas linhas centrais de três metros de cada parcela útil, totalizando uma área de 2,7 m².

No feijão, as avaliações iniciaram-se após a maturação fisiológica, onde mensurou-se, considerando a média de cinco plantas na parcela útil, a altura de planta com auxílio de trena métrica, medindo-se desde o colo até o ápice de cada planta. Também determinou-se o número de grãos por planta obtido por meio da contagem, considerando a média de cinco plantas. A produtividade foi obtida com a colheita manual das plantas das duas linhas centrais de três metros de cada parcela útil, totalizando uma área de 2,7 m², sendo que a produtividade final de grãos foi corrigida a 13% de umidade e o valor extrapolado para quilogramas por hectare.

De posse dos dados, os resultados foram submetidos à análise de variância (ANOVA) e quando houve significância, os tratamentos foram comparados pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade de erro, com o auxílio do programa Genes (CRUZ, 1989).

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Com relação às características analisadas na cultura do milho, houve interação entre as plantas de cobertura de solo e as fontes de N nos caracteres agronômicos, altura de planta, produtividade de grãos e na produção de matéria seca. Na variável altura de planta com o milho cultivado em sucessão ao nabo forrageiro, destacou-se o tratamento com aplicação de todo o N da recomendação via cama de aves, não diferindo estatisticamente da adubação com a mistura da ureia + cama de aves. Para a produtividade, no consórcio aveia + nabo, destacou-se o tratamento com a mistura das fontes de N (ureia + cama de aves), não diferindo quando da utilização de 100% do N via cama de aves. E na produção de massa seca, destacou-se o tratamento com o milho cultivado em sucessão ao nabo, independente da fonte de N utilizada.

Com relação aos caracteres agronômicos analisados na cultura do feijão, as variáveis altura de planta e número de grãos por planta apresentaram diferença significativa de efeito simples apenas para as fontes de N, e para a variável produtividade não houve diferença estatística para plantas de cobertura e para fonte de adubação.

A altura de planta de milho (Tabela 1) variou para os tratamentos testemunha e cama de aves. Quando se observa o efeito isolada da cobertura de solo sobre a altura de planta do milho na testemunha (sem N) a maior altura de planta foi quando o milho foi cultivado em sucessão ao nabo forrageiro, que tal ocorrência pode ser proveniente de uma maior disponibilidade de N no solo em função das características do nabo, que devido a sua baixa relação C/N, possui liberação mais rápida desse nutriente para a cultura em sucessão. Logo, as diferentes taxas de decomposição dos resíduos estão relacionadas com a composição química do material vegetal ou animal utilizado. SANTOS et al. (2009) relataram 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. Em estudos realizados por Heinz et al. (2011) avaliando a decomposição e liberação de nutrientes, constatou 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 (DAM), passando a atingir 60% do N total aos 30 DAM.

Quanto às fontes de N, se observa que com a utilização do T2, a maior altura de plantas do milho foi analisada quando cultivado sob o nabo forrageiro. Isso mostra que a cama de aves precisa de um tempo maior para sua mineralização e liberação de N devido a

sua relação C/N neste resíduo. Por isso, quando cultivado sob o nabo forrageiro, que apresenta uma liberação mais rápida do N, verifica-se que a cama de aves proporcionou maior altura de planta quando comparado com a testemunha, conseqüentemente, as características destes dois resíduos associados pode proporcionar uma liberação de N para a cultura durante um período maior de tempo, resultando em maior altura de planta. Diferentemente de quando se utilizou 100% da recomendação via N mineral ou no tratamento com a mistura das fontes de N (mineral e cama de aves), não houve diferença estatística na altura de planta do milho cultivado nas diferentes plantas de cobertura de solo. De maneira geral, quando se utiliza N no milho, independente da fonte e da própria cobertura de solo, há uma grande resposta na altura das plantas de milho.

Tabela 1 – Altura de plantas de milho cultivado em sucessão a plantas de cobertura e fontes de nitrogênio. Frederico Westphalen, RS, Safra 2021/2022.

Coberturas	Altura de Planta (m)				Média
	Fontes de N				
	TEST	CA	Ureia	U + CA	
Aveia	2,04 Bc*	2,46 Ab	2,36 Aa	2,45 Aa	2,32
Nabo	2,39 Ba	2,57 Aa	2,40 Ba	2,50 Aa	2,47
A + N	2,26 Bb	2,42 Ab	2,35 Aa	2,40 Aa	2,35
Média					
CV 1 (%)			2,78		
CV 2 (%)			2,83		

* Médias seguidas pelas mesmas letras maiúsculas na horizontal constituem grupo estatisticamente homogêneo. Médias seguidas pelas mesmas letras minúsculas na vertical constituem grupo estatisticamente homogêneo. N + A: consórcio Nabo forrageiro + Aveia preta; U + C.A: associação de Ureia + Cama de Aves; C.A: Cama de Aves; TEST: Testemunha; CV: Coeficiente de Variação

Na testemunha (sem N), a menor altura de planta do milho, foi observada na cobertura com aveia preta. Isso pode estar associado a liberação mais lenta desse N devido a maior relação C/N, bem como, a própria imobilização de N mineral do solo, não suprindo as necessidades da planta, semelhante ao observado por Favarato et al. (2016), onde o tratamento com aveia preta apresentou valores inferiores de altura de planta de milho, quando comparado aos tratamentos com tremoço branco e o consórcio de aveia preta/tremoço branco. Ainda segundo os autores, a altura de plantas tem correlação positiva com a produtividade, onde plantas maiores podem ser mais produtivas devido ao maior acúmulo de reservas, além disso,

plantas mais altas acabam sombreando plantas daninhas e suprimindo seu crescimento, agregando vantagens na competição por água, luz e nutrientes.

Portanto, desde que a planta receba o aporte de N necessário, independentemente do tipo de plantas de cobertura de solo e da própria fonte de adubação nitrogenada utilizada, haverá efeitos positivos na altura das plantas. Esses resultados se assemelham aos encontrados por Santos et al. (2010), que avaliando adubos verdes e adubação nitrogenada na cultura do milho, encontraram que a adubação nitrogenada em cobertura proporcionou efeito positivo, quando comparada a testemunha sem adubação.

Com relação à produtividade do milho (Tabela 2), quando se observa o impacto da cobertura de solo na produtividade de milho no tratamento sem aplicação de N, no comparativo com a aveia preta o incremento da produtividade sob o nabo forrageiro foi de 91,8%, não diferindo significativamente do observado quando da mistura de nabo + aveia preta que foi 78% superior ao observado na aveia preta. Quando se observa as diferentes fontes e/ou manejos de N, de maneira geral não houve diferença significativa na produtividade do milho para as diferentes plantas de cobertura de solo. Para as diferentes fontes de N, quando da sua utilização as produtividades de milho, esses impactaram positivamente a cultura, diferindo estatisticamente apenas quando a adubação foi com ureia + cama de aves. Ao observar o cultivo do milho sob a palhada da aveia preta e o nabo forrageiro, não houve diferença estatística nessa variável quando a fonte foi toda ela de forma mineral e de forma toda orgânica.

Tabela 2 – Produtividade do milho cultivado em sucessão a plantas de cobertura e fontes de nitrogênio. Frederico Westphalen, RS, Safra 2021/2022.

Coberturas	Produtividade (Sc ha ⁻¹)				Média
	Fontes de N				
	TEST	CA	Ureia	U + CA	
Aveia	43,63 Bb*	94,70 Aa	92,97 Aa	97,80 Ab	82,27
Nabo	83,07 Ba	105,77 Aa	100,50 Aa	89,17 Bb	94,62
A + N	77,70 Ba	107,10 Aa	94,77 Ba	115,67 Aa	98,80
Média	68,13	102,52	96,08	100,88	
CV 1 (%)			11,52		
CV 2 (%)			15,28		

* Médias seguidas pelas mesmas letras maiúsculas na horizontal constituem grupo estatisticamente homogêneo. Médias seguidas pelas mesmas letras minúsculas na vertical constituem grupo estatisticamente homogêneo. N +

A: consórcio Nabo forrageiro + Aveia preta; U + C.A: associação de Ureia + Cama de Aves; C.A: Cama de Aves; TEST: Testemunha; CV: Coeficiente de Variação.

Quando se observa a produtividade de milho no tratamento cultivado sob nabo forrageiro e com aplicação de N na mistura de cama de aves + ureia, houve diferença estatística em relação das demais fontes de N, por outro lado, apresentando valor de produtividade maior de milho comparada a testemunha (sem N), mostrando a importância do nabo como uma ferramenta para o aporte necessário de nitrogênio. Ao comparar as coberturas de solo para cada fonte de N, é importante salientar o uso do nabo forrageiro como uma alternativa para aumentar mais rapidamente a disponibilidade de N devido a baixa relação C/N, sem ocasionar prejuízo para o milho em sucessão, o que pode ser observado ao comparar as produtividades de milho 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.

Quanto à produção de massa seca do milho (Tabela 3), o maior acúmulo de massa seca na parte aérea do milho foi observada quando o milho foi cultivado em sucessão ao nabo forrageiro. Comparando o tratamento sem aplicação de N onde é possível observar só o efeito da cobertura de solo no aporte de N ao milho, no comparativo a aveia preta houve um incremento de 71 e 44% na produção de massa seca do milho quando cultivado em sucessão ao nabo e nabo + aveia, respectivamente. Quanto à utilização de alguma fonte de N na cultura do milho, não se observou diferença significativa entre as coberturas de solo na produção de massa seca do milho.

Na testemunha (sem N), cobertura com aveia preta se observa a pior produção de massa seca, fator que pode estar associado a liberação mais lenta de N devido a maior relação C/N e a imobilização de N mineral do solo, seguido pelo tratamento com aveia + nabo, com produção de 6619,44 kg ha⁻¹. Resultados semelhantes foram observados por Castoldi et al. (2011) no trabalho sobre sistemas de cultivo e uso de diferentes adubos na produção de silagem e grãos de milho, não encontraram diferença estatística entre as fontes de N para as variáveis massa de matéria seca de colmo, espiga, folhas, inflorescência e de parte aérea.

Alguns estudos mostram que as gramíneas são excelentes para cobertura de solo, deixando uma grande quantidade de palhada sobre o solo, no entanto devido a imobilização

de nutrientes, é indicado utilizar de forma consorciada com leguminosas ou crucíferas, como é o caso do nabo forrageiro. A relação C/N da aveia preta, nabo forrageiro e o consórcio de aveia preta + nabo forrageiro são respectivamente, 27,0, 16,6 e 15,7, e o N adicionado por essas mesmas coberturas respectivas são, 54,1, 205,0 e 166,0 Kg ha⁻¹ (DONEDA, 2010), resultado observado na produção de massa seca, identificando que quando a cobertura tem uma liberação mais lenta, o consórcio com outra cobertura de rápida decomposição pode beneficiar a cultura referente.

Tabela 3 – Produção de massa seca do milho cultivado em sucessão a plantas de cobertura e fontes de nitrogênio. Frederico Westphalen, RS, Safra 2021/2022.

Coberturas	Produção de Massa Seca (Kg ha ⁻¹)				Média
	Fontes de N				
	TEST	CA	Ureia	U + CA	
Aveia	4594,84 Bb*	8453,04 Aa	9675,44 Aa	9599,04 Aa	8080,59
Nabo	7880,04 Aa	9217,04 Aa	9369,84 Aa	9064,24 Aa	8883,79
A + N	6619,44 Ba	9178,84 Aa	9293,44 Aa	8873,24 Aa	8491,24
Média	6364,78	8949,64	9446,24	9178,84	
CV 1 (%)			9,93		
CV 2 (%)			10,84		

* Médias seguidas pelas mesmas letras maiúsculas na horizontal constituem grupo estatisticamente homogêneo. Médias seguidas pelas mesmas letras minúsculas na vertical constituem grupo estatisticamente homogêneo. N + A: consórcio Nabo forrageiro + Aveia preta; U + C.A: associação de Ureia + Cama de Aves; C.A: Cama de Aves; TEST: Testemunha; CV: Coeficiente de Variação.

Na cultura do feijão e para a variável altura de planta, houve diferença significativa de efeito simples entre as fontes de N, onde a maior altura de planta foi observada quando se utilizou adubação 100% mineral (Tabela 4), não diferindo significativamente do tratamento com a mistura das duas fontes (mineral e a cama de aves). Pode-se dizer que quando há aplicação da fonte mineral de forma isolada ou na mistura com a cama de aves, essa melhor resposta na altura de planta do feijão pode estar associada a liberação mais rápida de N da ureia, pois o nutriente está prontamente disponível para a planta e no caso da cama de aves, onde a relação C/N é alta e a taxa de decomposição é lenta, o nitrogênio é temporariamente imobilizado para posterior processo de mineralização e liberação gradual dos nutrientes ao longo do ciclo da cultura. Na literatura, a altura de planta é muito discutida em função da colheita, nesse sentido e de acordo com Simone et al. (1992), alturas superiores

a 50 cm são favoráveis à colheita mecanizada, porém plantas muito altas também são mais suscetíveis ao acamamento, o que impossibilita a colheita mecanizada.

Tabela 4 – Altura de planta de feijão cultivado em sucessão a cultura do milho. Frederico Westphalen, RS, Safra 2022.

Coberturas	Altura de Planta (cm)				Média ^{ns}
	Fontes de N				
	TEST	CA	Ureia	U + CA	
Aveia	80,00	88,33	93,33	88,33	87,50
Nabo	93,00	90,67	98,67	100,33	95,67
A + N	90,67	92,67	97,67	93,00	93,50
Média	87,89 B*	90,55 B	96,55 A	93,89 A	
CV 1 (%)			8,94		
CV 2 (%)			4,57		

* Médias seguidas pelas mesmas letras maiúsculas na horizontal constituem grupo estatisticamente homogêneo. N + A: consórcio Nabo forrageiro + Aveia preta; U + C.A: associação de Ureia + Cama de Aves; C.A: Cama de Aves; TEST: Testemunha; CV: Coeficiente de Variação.

Com relação a variável número de grãos por planta, houve diferença significativa de efeito simples entre as diferentes fontes de N, onde o maior valor de número de grãos por planta foi observado na mistura da cama de aves + ureia, com 87,60 (Tabela 5), não diferindo estatisticamente do tratamento onde todo o N foi aplicado via cama de aves. De modo geral e na média dos tratamentos com aporte de N, houve um incremento de 12 grãos a mais por planta quando comparada à testemunha aos manejos de adubação com T2 e T4.

Tabela 5 – Número de grãos por plantas de feijão cultivado em sucessão à cultura do milho. Frederico Westphalen, RS, Safra 2022.

(continua)

Coberturas	Número de grãos por planta				Média ^{ns}
	Fontes de N				
	TEST	CA	Ureia	U + CA	
Aveia	75,20	88,80	65,00	89,20	79,55
Nabo	81,73	90,40	78,40	92,67	85,80
A + N	67,27	79,87	88,07	80,93	79,03
Média	74,73 B*	86,35 A	77,15 B	87,60 A	

(continuação)

CV 1 (%)	23,00
CV 2 (%)	9,62

* Médias seguidas pelas mesmas letras maiúsculas na horizontal constituem grupo estatisticamente homogêneo. N + A: consórcio Nabo forrageiro + Aveia preta; U + C.A: associação de Ureia + Cama de Aves; C.A: Cama de Aves; TEST: Testemunha; CV: Coeficiente de Variação.

Para o parâmetro produtividade do feijão não houve diferença significativa entre os fatores, como mostra a Tabela 6, encontrando-se em média 41,86 sc ha⁻¹ de produtividade. De modo geral, mesmo tendo efeito das fontes de N sobre a altura de planta e número de grãos por planta, esses fatores não influenciaram na produtividade, logo, outros fatores estão envolvidos. Segundo Pelegrin et al. (2009), em estudos sobre resposta da cultura do feijão a adubação nitrogenada, de maneira geral, os autores relatam que as respostas da produção de grãos à adubação nitrogenada mineral têm sido bastante variáveis em outras condições e localidades do Brasil. Essa variabilidade nas respostas de produtividade do feijão às doses de N, nos diferentes locais, tem sido verificada especialmente em função dos níveis de fertilidade do solo e outras técnicas empregadas nos sistemas produtivos, destacando-se o uso de sistemas de irrigação.

Tabela 6 – Produtividade de feijão cultivado em sucessão à cultura do milho. Frederico Westphalen, RS, Safra 2022.

Coberturas	Produtividade (Sc ha ⁻¹)				Média ^{ns}
	Fontes de N				
	TEST	CA	Ureia	U + CA	
Aveia	37,33	42,67	44,30	40,63	41,23
Nabo	40,77	40,43	40,07	43,30	41,14
A + N	46,90	43,63	39,07	43,20	43,20
Média ^{ns}	41,67	42,24	41,14	42,38	
CV 1 (%)					12,42
CV 2 (%)					12,57

^{ns}: Valores não significativos para teste F a 5% de probabilidade de erro. N + A: consórcio Nabo forrageiro + Aveia preta; U + C.A: associação de Ureia + Cama de Aves; C.A: Cama de Aves; TEST: Testemunha; CV: Coeficiente de Variação.

Calonego et al (2010), também destacam que são diversos os resultados de resposta do feijoeiro à adubação nitrogenada quanto à produtividade de grãos, respostas essas na cultura que ocorreram com aplicações de doses de N até acima de 100 kg ha^{-1} . No presente estudo, essa falta de resposta de maneira mais significativa a aplicação de N no feijão pode estar associado a capacidade do mesmo em fixar seu próprio nitrogênio por ser uma leguminosa e possuir essa associação simbiótica com essas bactérias fixadoras de N, diferentemente das gramíneas que são mais responsivas à aplicação desse nutriente como ocorreu com o milho discutido anteriormente. Justificando a falta de resposta em relação às plantas de cobertura, pode estar relacionado ao fato que as plantas de cobertura antecederam a cultura do milho, e o feijão cultivado em sucessão ao milho, onde o manejo das coberturas foi realizado em um período de tempo maior comparado ao cultivo do milho.

5. CONCLUSÕES

A aplicação de cama de aves de forma parcial ou total para atender a demanda de N proporcionou altura de planta de milho, produção de massa seca de milho, produtividade de milho e feijão semelhantes a adubação 100% mineral, conseqüentemente, é uma alternativa de fonte nitrogenada para a substituição total e/ou parcial na adubação mineral de N nas culturas do milho e feijão. Com relação às diferentes plantas de cobertura de solo, o nabo forrageiro, seguido do consórcio aveia preta + nabo forrageiro, demonstrou ser uma importante ferramenta para as culturas cultivadas em sucessão, principalmente o cultivo do milho.

REFERENCIAL BIBLIOGRÁFICO

ABRANCHES, M. de O; et al. **Contribuição da adubação verde nas características químicas, físicas e biológicas do solo e sua influência na nutrição de hortaliças.** Research, Society and Development, v. 10, n. 7, e7410716351, 2021 (CC BY 4.0) | ISSN 2525-3409 | DOI: <http://dx.doi.org/10.33448/rsd-v10i7.16351>.

ANDRIOLI, I. **Produção de milho em plantio direto com adubação nitrogenada e cobertura do solo na pré-safra.** R. Bras. Ci. Solo, 32:1691-1698, 2008.

ANSELMO, J.L.; SANTOS, D.S.; SÁ, M.E. **Plantas de Cobertura para a Região do Cerrado.** Plantas de cobertura, 2013/2014. Disponível em: Acesso em: 12 mar. 2018.

ARF, O.; FORNASIERI FILHO, D.; MALHEIROS, E.B.; SATTO, S.M.T. **Efeito da inoculação e adubação nitrogenada em feijoeiro (Phaseolus vulgaris L.), cultivar Carioca 80: 1.** Solo de alta fertilidade. Científica, v.19, p.29-38, 1991.

BARROS, T. D.; JARDINE, J. G.; **Agroenergia: Nabo forrageiro**, 2012.

BILAR, A. B. C., Silva, A. H. G., Silva, A. C. S., Silva, C. M., Souza, E. K., Santos, I. B., Moura, F. F. S., Albuquerque, C. R. S. (2019) **Gestão ambiental em publicações científicas nacionais: uma revisão sistemática.** Journal of Environmental Analysis and Progress. 04 (04), 290 - 296, 2019. Disponível em:<<https://doi.org/10.24221/jeap.4.4.2019.2822.290-296>>. Acesso em: 2 mai. 2022.

Brasil deve ter 3,7% menos feijão na safra 2020/2021, aponta CONAB. **Canal Rural, 2020.** Disponível em:<<https://www.canalrural.com.br/radar/feijao-brasil-safra-2020-2021/>>. Acesso em: 19 abr. 2022.

BURBELLO, V. Área plantada com feijão no Brasil em 2022 deve ser a menor da história. **Canal Rural, 2022, São Paulo.** Disponível em:<<https://www.canalrural.com.br/noticias/agricultura/area-plantada-com-feijao-deve-ser-a-menor-da-historia-em-2022/>>. Acesso em: 18 abr. 2022.

BRATTI, F. C. **Uso da Cama Aviária como Fertilizante Orgânico na Produção de Aveia Preta e Milho.** 2013. 70 folhas. Dissertação (Mestrado em Zootecnia)-Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Dois Vizinhos, 2013.

CALONEGO, J. C; et al. **Adubação nitrogenada em cobertura no feijoeiro com suplementação de molibdênio via foliar.** Rev. Ciênc. Agron., v. 41, n. 3, p. 334-340, jul-set, 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.

CARVALHO, I. Q. de; STRACK, M. **Aveias forrageiras e de cobertura**. In: LÂNGARO, N. C.; CARVALHO, I. Q. de. Indicações técnicas para a cultura da aveia: XXXIV Reunião da Comissão Brasileira de Pesquisa de Aveia. Fundação ABC. Passo Fundo: Editora da Universidade de Passo Fundo, 2014.

CASTOLDI, G. et al. **Sistemas de cultivo e uso de diferentes adubos na produção de silagem e grãos de milho**. Acta Scientiarum. Agronomy, Maringá, v. 33, n. 1, p. 139-146, 2011. Disponível em: . Acesso em: 26 mar. 2022. DOI: 10.4025/actasciagron.v33i1.766.

COELHO, A.M.; FRANÇA, G.E. de; BAHIA FILHO, A.F.C.; GUEDES, G.A.A. **Doses e métodos de aplicação de fertilizantes nitrogenados na cultura do milho sob irrigação**. Revista Brasileira de Ciência do Solo, Campinas, v.16, n.2, p.61-7, 1992.

CONAB. Acompanhamento da safra Brasileira de grãos safra 2020/21. v.8, n.11, p.1-108, Brasília, ago. 2021. Disponível em:< <https://www.conab.gov.br/info-agro/safras/graos>>. Acesso em: 8 ago. 2022.

CONAB. Companhia Nacional de Abastecimento. Acompanhamento da Safra Brasileira - Grãos. Safra 2021/2022. 12º levantamento. Brasília. 2022. Disponível em: <<https://www.conab.gov.br/ultimas-noticias/4744-producao-de-graos-atinge-recorde-na-safra-2021-22-e-chega-a-271-2-milhoes-de-toneladas>>. Acesso em: 03 mai, 2022.

CONAB. Companhia Nacional De Abastecimento. 12º levantamento de grãos 2006/2007. Disponível em:<<https://www.conab.gov.br/conabweb/>>. Acesso em: 29 ago. 2022.

CQFS. Comissão de química e fertilidade do solo – RS/SC. **Manual de adubação e de calagem para os estados do Rio Grande do Sul e de Santa Catarina**. 11. ed. Porto Alegre: SBCS-Núcleo Regional Sul, 2016. 376 p.

CRUZ, C. D. **Programa Genes - Aplicativo Computacional em Genética e Estatística**. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, 1989.

CRUZ, J. C. et al. **Milho: o produtor pergunta, a Embrapa responde**. Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica, 2011.

CUNHA, E. Q; et al. **Sistemas de preparo do solo e culturas de cobertura na produção orgânica de feijão e milho. II - Atributos biológicos do solo**. R. Bras. Ci. Solo, 35:603-611, 2011.

DONEDA, A. **Plantas de cobertura de solo consorciadas e em cultivo solteiro: decomposição e fornecimento de nitrogênio ao milho**. 2010. 79 p. Dissertação (Mestrado em Ciência do Solo)-Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, RS, 2010.

EMBRAPA. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. 3. ed. (revisadas e ampliadas). Brasília: Embrapa, 2013. 353 p.

EMBRAPA. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Jornal Eletrônico da Embrapa Milho e Sorgo**. 106. ed. Sete Lagoas-MG: Embrapa, 2019.

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.

FAVARATO, F. L. et al. **Crescimento e produtividade do milho-verde sobre diferentes coberturas de solo no sistema plantio direto orgânico.** Bragantia, Campinas, v. 75, n. 4, p.497-506, 2016. Disponível em: . Acesso em: 12 mar. 2022. DOI: 10.1590/1678-4499.549.

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.

FORNASIERI FILHO, D. **Manual da cultura do milho.** 1. ed. Jaboticabal: Funep, 2007. 576p.

FRANÇA, G.E. de; BAHIA FILHO, A.F.C.; VASCONCELLOS, C.A.; SANTOS, H.L. **Adubação nitrogenada no Estado de Minas Gerais.** In: SANTANA, M.B.M.; coord. Adubação nitrogenada no Brasil. Ilhéus, CEPLAC: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 1986. p.107-24.

GOULART, E. C. et al. **Uso de cama de aves na adubação da cultura do milho.** Enciclopédia Biosfera, Goiânia, v. 11, n. 22, p. Dez, 2015. Disponível em: <<https://www.conhecer.org.br/enciclop/2015c/agrarias/uso%20de%20cama%20de%20aves.pdf>>. Acesso em: 12 abr. 2022.

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.

MANFIO, E. da S; SARTORI, K. A. **Nitrogênio na cultura do milho: recomendações na aplicação.** Mais Soja, 2020, Frederico Westphalen. Disponível em:<<https://maissoja.com.br/nitrogenio-na-cultura-do-milho-recomendacoes-na-aplicacao/>>. Acesso em: 19 abr. 2022.

MENEZES, I. **Produção de milho no Brasil.** Blog Sensix, 2022. Disponível em: <<https://blog.sensix.ag/producao-de-milho-no-brasil/>>. Acesso em: 18 abr. 2022.

MENEZES, et al. In: **Aproveitamento de resíduos orgânicos para a produção de grãos em sistema de plantio direto e avaliação do impacto ambiental.** Revista Plantio Direto, p.30-35, 2003.

MIRANDA, R. A. et al. **Sustentabilidade da cadeia produtiva do milho.** Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2021.

Nitrogênio no milho: nutriente essencial para elevar a produtividade do grão. Agrolink e Assessoria, 2019. Disponível em: <https://www.agrolink.com.br/noticias/nitrogenio-no-milho--nutriente-essencial-para-elevar-a-produtividade-do-grao_417666.html#:~:text=O%20nitrog%C3%AAnio%20%C3%A9%20um%20macro,radicular%20e%20no%20desenvolvimento%20vegetativo>. Acesso em: 18 abr. 2022.

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. Disponível em: <http://old.scielo.br/scielo.php?pid=S151635982008001300028&script=sci_abstract&tlng> . Acesso em: 25 mai. 2022. DOI: 10.1590/S1516-35982008001300028.

PELEGRIN, R. de; et al. **Resposta da cultura do feijoeiro à adubação nitrogenada e à inoculação com rizóbio.** *R. Bras. Ci. Solo*, 33:219-226, 2009.

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.

REIS, L. I. P. dos. **Adubação nitrogenada foliar sobre a produção de pastagens: Revisão de literatura.** Araguaína - TO, 2021.

ROCHA, C. G; CARDOSO, A. A. **Gases de nitrogênio reativo como precursores do aerossol atmosférico: reações de formação, processos de crescimento e implicações ambientais.** *Quim. Nova*, Vol. 44, No. 4, 460-472, 2021.

ROCHA, M; et al. **Avaliação de adubação orgânica na cultura do milho no noroeste gaúcho.** *Conexão Ciência*, 10º Siepex. Salão Integrado de Ensino, Pesquisa e Extensão da Uergs, ISSN do Livro de Resumos: 2448-0010. Disponível em: <<http://200.132.92.95/index.php/xsiepex/article/view/3507/802>>. Acesso em: 20 abr. 2022.

ROMERO, C. W. da S; BERTOLIN, D. C; PEREIRA, R. L. de S. **Desenvolvimento e produção de cultivares de feijão (*Phaseolus vulgaris*) em cultivo de inverno sob diferentes espaçamentos.** *Revista Cultivar*, 2015. Disponível em: <<https://revistacultivar.com.br/artigos/desenvolvimento-e-producao-de-cultivares-de-feijao-phaseolus-vulgaris-em-cultivo-de-inverno-sob-diferentes-espacamentos>>. Acesso em: 16 abr. 2022.

ROSOLEM, C. A.; MARUBAYASHI, O. M. **Seja o doutor do seu feijoeiro.** Informações agrônômicas.

SANTIN, R. Exportações de carne e frango - Dezembro 2021. **Posicionamento do presidente da Associação Brasileira de Proteína Animal - ABPA .** Jan, 2022. Disponível em: <<https://abpa-br.org/abpdata-exportacoes-de-carne-de-frango-dezembro-2021/>>. Acesso em: 12 mai. 2022.

SANTOS, L. B. dos; et al. **Substituição da adubação nitrogenada mineral pela cama de frango na sucessão aveia/milho.** Biosci. J., Uberlandia, v. 30, supplement 1, p. 272-281, June/14

SANTOS, M. S. **Nitrogênio: importância, manejo e sintomas de deficiência.** Mais Soja, 2020. Disponível em: <<https://maissoja.com.br/nitrogenio-importancia-manejo-e-sintomas-de-deficiencia/#:~:text=O%20Nitrog%C3%AAnio%20desempenha%20papel%20fundamental,da%20mat%C3%A9ria%20seca%20da%20planta>>. Acesso em: 16 abr. 2022.

SANTOS, P. A. et al. **Adubos verdes e adubação nitrogenada em cobertura no cultivo do milho.** Revista Brasileira de Milho e Sorgo, v. 9, n. 2, p. 123-134, 2010. Disponível em: Acesso em: 3 mai. 2022. DOI:10.18512/1980-6477/rbms.v9n2p123-134.

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.

SCHALLEMBERGER, J. B; MATSUOKA, M; et al. **Efeito da Utilização de Cama de Aviário como Adubo Orgânico na Qualidade Química e Microbiológica do Solo.** Anuário do Instituto de Geociências - UFRJ ISSN 0101-9759 e-ISSN 1982-3908 - Vol. 42 - 1 / 2019 p. 580-592.

SILVA, A. A. et al. **Sistemas de coberturas de solo no inverno e seus efeitos sobre o rendimento de grãos do milho em sucessão.** Ciência Rural, v.37, n.4, jul-ago, 2007. Disponível em: <<https://www.scielo.br/j/cr/a/R9VYVwbr8zGNhkfMzT6CXZC/?lang=pt>>. Acesso em: 12 jun. 2022. DOI: 10.1590/S0103-84782007000400002.

SILVA, E. M; **Adubo orgânico e seu uso na agricultura de larga escala. Adubo orgânico: benefícios para a lavoura, produtos mais utilizados e recomendações de cálculo para alcançar o melhor resultado.** AEGRO, 2019. Disponível em: <<https://blog.aegro.com.br/adubo-organico/>>. Acesso em: 19 abr. 2022.

SILVA, D. A. et al. **Culturas antecessoras e adubação nitrogenada na cultura do milho, em sistema de plantio direto.** Revista Brasileira de Milho e Sorgo, v.5, n.1, p.75-88, 2006.

SIMONE, M. DE; FAILDE, V.; GARCIA, S.; PANADERO, P.C. **Adaptación de variedades y líneas de judías secas (Phaseolus vulgaris L.) a la recolección mecánica directa.** Salta: Inta, 1992. 5p.

SORATTO, R. P. et al; **Teor de clorofila e produtividade do feijoeiro em razão da adubação nitrogenada.** Pesq. agropec. bras., Brasília, v.39, n.9, p.895-901, set. 2004.

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.

TORRES, L. Adubação orgânica: considerações técnicas e econômicas. **Syngenta Digital**, 2021. Disponível em:<<https://blog.syngentadigital.ag/adubacao-organica-solo/>>. Acesso em: 19 abr. 2022.

VERGUTZ, L.; NOVAIS, R. F. **Recomendação de Corretivos e Adubação**. In: GALVÃO, J. C. C.; BORÉM, A.; PIMENTEL, M. A. Milho do Plantio à Colheita. Editora UFV, Viçosa, p. 108-136, 2015.

VIEIRA, R. F. **Ciclo do Nitrogênio em Sistemas Agrícolas**. 1.ed. Brasília, DF: Embrapa, 2017. 163 p.

WENTZ, R. **Fontes de adubação nitrogenada e seus reflexos na produtividade de trigo**. 2010. 49f. Trabalho Conclusão de Curso (Graduação em Agronomia) – Universidade Regional do Noroeste do Estado do Rio Grande do Sul, Ijuí, 2010.

ZAVASCHI, E. Cultura do feijão e manejo do nitrogênio. **AGROADVANCE**, 2020. Disponível em:<<https://agroadvance.com.br/manejo-do-nitrogenio-na-cultura-do-feijao/#:~:text=Import%C3%A2ncia%20do%20nitrog%C3%AAnio%20para%20o,amino%C3%A1cidos%2C%20%C3%A1cidos%20nucleicos%20e%20clorofila>>. Acesso em: 18 abr. 2022.