

Produtividade do feijoeiro sob diferentes fertilizantes nitrogenados aplicados em cobertura

Crystian Daniel Elias de Almeida^{1,*}; Augustinho Borsoi¹

¹ Curso de Agronomia, Centro Universitário Assis Gurgacz (FAG), Cascavel, Paraná.

* crystian_daniel1997_@hotmail.com

Resumo: O feijoeiro é altamente exigente em nutrientes, com destaque para o nitrogênio. Para suprir essa demanda são utilizadas diversas fontes de N, como a ureia que tem problemas de volatilização e sulfato de amônio que contém enxofre na sua composição e também diferenças no teor de N. Neste sentido, o presente trabalho teve por objetivo avaliar a influência de diferentes fontes de N, aplicadas em cobertura, nos componentes de produtividade do feijoeiro. O experimento foi realizado na localidade de Linha Alto Barra, no município de Três Barras do Paraná – PR, no período de fevereiro a junho de 2022. O delineamento experimental utilizado foi blocos casualizados, com cinco tratamentos e cinco repetições, sendo o tratamento T1 – Sulfato de amônio; T2 – Ureia branca; T3 – Ureia Super; T4 – N32 e T5 – sem adubação nitrogenada de cobertura. Foram aplicados em cobertura 60 kg ha⁻¹ de N dividido em duas aplicações efetuadas aos 20 e 40 dias após a semeadura. No ponto de colheita, foram avaliados o número de vagens por planta, grãos por vagem, massa de 100 grãos e produtividade. Os resultados indicaram que, com exceção da massa de 100 grãos, as demais variáveis não sofreram influência das fontes de adubação nitrogenada, pois não houve significância ($p > 0,05$). O tratamento com sulfato de amônio, apesar de não diferir estatisticamente, promoveu incremento nos componentes de produção do feijoeiro, comparado com a aplicação de ureia e com a testemunha.

Palavras-chave: *Phaseolus vulgaris*; Fontes de nitrogênio; Fertilidade do solo.

Bean yield under different nitrogen fertilizers applied in topdressing

Abstract: Common bean is highly demanding in terms of nutrients, especially nitrogen. To meet this demand, various sources of N are used, such as urea, which has volatilization problems, and ammonium sulfate, which contains sulfur in its composition, and the N content of these sources must be taken into account. In this sense, the present work aimed to evaluate the influence of different sources of N, applied in coverage, on the productivity components of common bean. The experiment was carried out in the locality of Linha Alto Barra, in the municipality of Três Barras do Paraná - PR, from February to June 2022. The experimental design used was randomized blocks, with five treatments and five replications, with treatment T1 – Ammonium sulfate; T2 – White urea; T3 - Urea Super; T4 – N32 and T5 - without nitrogen topdressing. 60 kg ha⁻¹ of N were applied in two applications at 20 and 40 days after sowing. At the point of harvest, the number of pods per plant, grains per pod, weight of 100 grains and productivity were evaluated. The results indicated that, with the exception of the mass of 100 grains, the other variables were not influenced by the sources of nitrogen fertilization, since there was no significance ($p > 0.05$). The treatment with ammonium sulfate, although not statistically different, promoted an increase in the bean production components, compared with the application of urea and with the control.

Keywords: *Phaseolus vulgaris*; Nitrogen sources; Soil fertility.

Introdução

O feijão apresenta alta importância social, por ser a principal fonte de proteína de baixo custo das populações de países subdesenvolvidos; e relevância econômica devido ao ciclo curto, com possibilidade de ser produzido em três safras, tornando-se uma boa opção para rotação de culturas.

O Brasil é o terceiro maior produtor de feijão no mundo e a maior parte da produção é destinada ao consumo interno (COÊLHO, 2021). O feijoeiro comum (*Phaseolus vulgaris* L.), é o mais cultivado no país, e suas áreas produtoras se estendem por regiões tropicais e subtropicais. Entretanto, a produtividade média de feijão no Brasil ainda é baixa, cerca de 1.103 kg ha⁻¹, registrada na safra 2019/20 (CONAB, 2021). Entre os fatores que contribuem para isso estão a baixa fertilidade e a alta acidez dos solos (FAGERIA *et al.*, 2015).

Em decorrência do seu ciclo curto, de 90 a 100 dias e do seu sistema radicular reduzido e pouco profundo, o feijoeiro é altamente exigente em nutrientes (MEIRA *et al.*, 2005), com destaque para o nitrogênio (N). Este elemento, constitui um dos mais limitantes ao crescimento do feijoeiro, requerido em maior quantidade pelas leguminosas, é o nutriente mais absorvido e extraído pelo feijão, com exportação média de 36,5 kg de N por tonelada de grãos (CALONEGO *et al.*, 2010; FAGERIA *et al.*, 2015; HENRIQUE *et al.*, 2020).

Segundo Brito *et al.* (2015), parte dessa demanda de N pela planta pode ser suprida através fixação biológica (FBN) pelas bactérias do gênero *Rhizobium*, porém esse processo é insuficiente para suprir a exigência da cultura e para alta produtividade, sendo necessária complementação com N mineral. As fontes de N mais utilizadas na agricultura brasileira são ureia e sulfato de amônio, entretanto, a ureia pelas suas características e reação no solo, apresenta grande potencial de perda de amônia (NH₃), por volatilização, já o sulfato de amônio apresenta alta capacidade de acidificação do solo (ARF, 2010).

Em função disto, visando reduzir as perdas por volatilização de amônia (NH₃), diminuindo a velocidade de hidrólise da ureia, retardando a transformação de N amídico em amônio (NH₄⁺) e, conseqüentemente, a transformação de NH₄⁺ em NH₃, vários fertilizantes nitrogenados com diferentes concentrações e tecnologias têm sido disponibilizados no mercado (TASCA *et al.*, 2011). No entanto, é necessário comparar a eficiência de cada fertilizante para obter mais informações sobre a resposta da cultura ao emprego das diversas fontes de nitrogênio e, isso requer que as técnicas de manejo de aplicação sejam aperfeiçoadas, de modo que os produtores possam obter o máximo benefício econômico ao utilizarem esses fertilizantes (ARF, 2010).

Dessa forma, o uso de fertilizantes que liberem o N de forma gradativa poderia propiciar maior aproveitamento deste pelas plantas e por consequência maior produção de grãos por unidade de N aplicado (DAL MOLIN, 2016). Sobretudo, de modo a propiciar boa nutrição da planta, deve-se precisar a dose e época correta da aplicação de N em cobertura. Crusciol *et al.* (2007) encontraram respostas significativas ao N aplicado em cobertura, sob sistema plantio direto, até a dose máxima testada de 120 kg ha⁻¹ de N, com produtividades acima de 3000 kg ha⁻¹. Duarte (2020) recomenda a adubação do N de cobertura parcelada em duas vezes, a primeira entre 15 e 20 dias, e a segunda até os 35 dias após a emergência das plantas (DAE).

Diante do exposto, o presente trabalho teve por objetivo avaliar a influência de diferentes fontes de N, aplicadas em cobertura, nos componentes de produtividade do feijoeiro cultivado no sistema plantio direto.

Material e Métodos

O experimento foi realizado no período de fevereiro a junho de 2022 na localidade de Linha Alto Barra, no município de Três Barras do Paraná – PR, nas coordenadas geográficas 25°27'34.7" latitude S e -53°13'23.8" longitude W, com altitude média de 532 m. O clima da região, conforme classificação de Köppen é do tipo Cfa, subtropical úmido mesotérmico, com disponibilidade hídrica média anual de 1.600 mm, verão quente e geadas menos frequentes, sem estação seca definida (NITSCHKE *et al.*, 2019).

O solo da área experimental foi classificado como Latossolo Vermelho Distroférrico de textura argilosa (EMBRAPA, 2018), cultivado nas últimas safras milho e soja, o qual teve as características químicas determinadas antes da instalação do experimento, nas camadas de 0 a 20 cm de profundidade, apresentando os seguintes valores: pH em CaCl₂ = 5,40; P = 7,87 mg dm⁻³; K = 0,88 Cmolc dm⁻³; Ca = 7,94 Cmolc dm⁻³; Mg = 2,37 Cmolc dm⁻³; CTC em pH 7,0 = 16,15 Cmolc dm⁻³; matéria orgânica = 30,96 g dm⁻³ e saturação de bases = 69,29 %.

O delineamento experimental utilizado foi o de blocos casualizados (DBC), com cinco tratamentos e cinco repetições, totalizando 25 parcelas. Na Tabela 1, estão apresentados os tratamentos com as concentrações de N de cada fertilizante, a dosagem utilizada e a época de aplicação, as quais foram definidas conforme recomendação da NEPAR (2019).

Cada unidade experimental (parcela) foi constituída com as dimensões de 2,7 x 5 m (13,5 m²), e foram formadas por 6 linhas de feijão de 5 m de comprimento e espaçadas de 0,90 m, sendo consideradas úteis as três linhas centrais (6,75 m²), desprezando-se 0,5 m de cada extremidade.

Tabela 1 - Tratamentos e dosagem de fertilizantes aplicados e época de aplicação.

Tratamento	Fertilizante	% de N	Dose (kg ou L ha ⁻¹)	
			20 DAS*	40 DAS
T1	Sulfato de amônio	21	142,86	142,86
T2	Ureia branca	45	66,67	66,67
T3	Ureia super	27	111,11	111,11
T4	N32	32	93,75	93,75
T5	Testemunha	-	-	-

Fonte: O Autor (2022). *DAS = dias após a semeadura

N32: Essential N32% é um formulado de nitrogênio em forma líquida, o Essential N32% promove nutrição complementar aumentando a concentração de N nos diferentes ciclos da planta. Como fonte de amoniacal, nítrica e amidica. Ureia super: fertilizante de liberação controlada com grânulos revestidos tem a proposta de aumentar a eficiência de uso pelo fornecimento gradual do nitrogênio, de acordo com a necessidade da planta, e reduzir perdas por volatilização, uma vez que a ureia está protegida das condições climáticas.

De acordo com os resultados da análise química do solo, a adubação de plantio constou da aplicação no sulco de semeadura de 258,26 kg ha⁻¹ do formulado (NPK) 09–12–12 com calcário de conchas. As adubações de cobertura, 60 kg ha⁻¹ de N, foram efetuadas de forma dividida quando as plantas apresentarem entre dois e quatro trifólios desenvolvidos, conforme preconizado pela NEPAR (2019), estipulado aos 20 e 40 dias após a semeadura (DAS). Os demais tratamentos fitossanitários foram realizados mediante aplicação de produtos recomendados à cultura do feijão.

A semeadura do feijão preto IPR Urutau foi realizada no dia 28 de fevereiro de 2022, em sistema plantio direto sobre palhada de soja, plantio com botinha utilizando-se semeadora Planti Center pantográfica de 9 linhas, espaçamento entre linhas de 0,45 m e densidade de 15,5 sementes por metro linear. As sementes foram previamente tratadas com Standak® Top (inseticida: Fipronil e fungicidas: Piraclostrobina + Tiofanato Metílico) e enraizador Radices, nas doses de 100 e 200 mL por 100 kg de sementes, respectivamente. No tanque de inoculação com capacidade de 450 L acoplado a semeadora, utilizaram-se os produtos: West® Fix Soja (*Bradyrhizobium japonicum* SEMIA 5079 e SEMIA 5080, concentração 7 x 10⁹ UFC/mL) 240 mL ha⁻¹; West® Fix Azo (*Azospirillum brasilense* Ab-V5, concentração 2 x 10⁸ UFC/mL) 200 mL ha⁻¹ e Nem Out™ (*Bacillus subtilis*, *Bacillus liqueniformis* e *Trichoderma longibrachiatum*, concentração de cada microrganismo 1 x 10⁹ UFC/mL) 500 g ha⁻¹.

A adubação nitrogenada em cobertura do T1, T2 e T3 foi realizada a lanço de forma manual, enquanto o T4 que é formulação líquida, foi aplicado utilizando-se um pulverizador costal manual com bico do tipo leque, a altura da ponta foi mantida a ± 0,5 m do solo; aos 20 e aos 40 dias após a semeadura (DAS) com umidade relativa do ar acima de 50 % e chuva após aplicação.

Na ocasião do ponto de colheita (R9), foram avaliadas as três linhas centrais consideradas área útil de cada parcela, os componentes da produção representados pelo número de vagens por planta e número de grãos por vagem. A produtividade de grãos foi obtida pelo arranquio manual das plantas, contidas na área útil de cada parcela, e posterior trilha mecânica, com correção da umidade para 13 %, e os valores convertidos para kg ha⁻¹. A massa de 100 grãos foi determinada em balança de precisão (0,01 g), avaliando-se quatro repetições de cem grãos, coletados ao acaso por parcela experimental, com seus resultados expressos em gramas e corrigidos para 13 % de umidade.

Os resultados obtidos foram avaliados mediante teste de normalidade Shapiro-Wilk, submetidos à análise de variância (ANOVA) e quando significativos a teste de comparação de médias de Tukey, a 5 % de significância, utilizando o software Sisvar (FERREIRA, 2019).

Resultados e Discussão

Os resultados da contagem de vagens por planta, grãos por vagem e a massa de 100 grãos dos cinco tratamentos submetidos a diferentes fontes de N, são apresentados na Tabela 2.

O coeficiente de variação (CV %) para a variável peso de 100 grãos foi inferior a 10 %, indica que os dados dos tratamentos foram homogêneos e de baixa variabilidade, enquanto os parâmetros número de vagem por planta e grãos por vagem apresentaram CV entre 10 e 20 %, dados considerados médios e razoavelmente homogêneos, segundo Pimentel-Gomes (2000).

Tabela 2 – Número de vagens por planta, contagem de grãos por vagem e massa de 100 grãos de feijão submetidas a diferentes fontes de N.

Tratamento	Número vagem por planta	Número de grãos por vagem	Massa de 100 grãos (g)
T1 – Sulfato de amônio	12,10 a	5,59 a	29,6 a
T2 – Ureia branca	10,88 a	4,91 a	26,6 ab
T3 – Ureia super	12,02 a	5,56 a	28,6 ab
T4 – N32	11,66 a	4,94 a	29,0 ab
T5 - Testemunha	10,90 a	4,66 a	26,4 b
Média	11,51	5,13	28,04
Valor de F	0,64 ^{ns}	1,82 ^{ns}	4,19 [*]
CV (%)	14,35	13,54	5,66

Valores apresentados como média das cinco repetições. Letras diferentes na mesma coluna indicam diferença significativa (Tukey com $p < 0,05$). CV: coeficiente de variação. ns = não significativo. * significativo a 5% de probabilidade.

Observa-se que o número médio de vagens por planta e o número de grãos por vagem não sofreram influência das doses e fontes de adubação nitrogenada, pois nos cinco tratamentos os números ficaram próximos entre si não diferindo significativamente ($p > 0,05$).

Embora estatisticamente não tenha apresentado diferença, verifica-se que a adubação nitrogenada proporcionou efeito positivo sobre o número de vagens por planta, de modo que, com a aplicação de sulfato de amônio (T1) em cobertura, um maior número de vagens por planta e maior número de grãos por vagem foram obtidos (12,10 e 5,59), quando comparado a testemunha sem adubação de cobertura (10,90 e 4,66). Essa diferença de 1,2 vagens a mais por planta, obtida com fornecimento de N em cobertura, promoveu no mesmo tratamento (T1), um incremento na massa de 100 grãos e consequentemente na produtividade.

Meira *et al.* (2005) também constataram que a aplicação de N em cobertura não proporcionou efeito significativo no número de vagens por planta (10,83) e no número de sementes por vagem (5,43), médias próximas as do presente trabalho. Esperava-se ter diferença significativa entre adubação de N em cobertura e a testemunha, pois plantas de feijão bem nutridas em N produzem mais flores e podem aumentar o número de óvulos fertilizados por vagem, consequentemente, mais vagens por planta e mais sementes por vagem (ARF, 2010).

No entanto, segundo Moreira *et al.* (2013), a aplicação de N em cobertura não ocasiona grande variação no número de grãos por vagem, provavelmente por se tratar de uma característica varietal pouco influenciada pela adubação. De acordo com Crusciol *et al.* (2007), o número de grãos por vagem não sofre influência da adição de N mas, sim, de outros fatores, como a densidade de semeadura e a radiação solar.

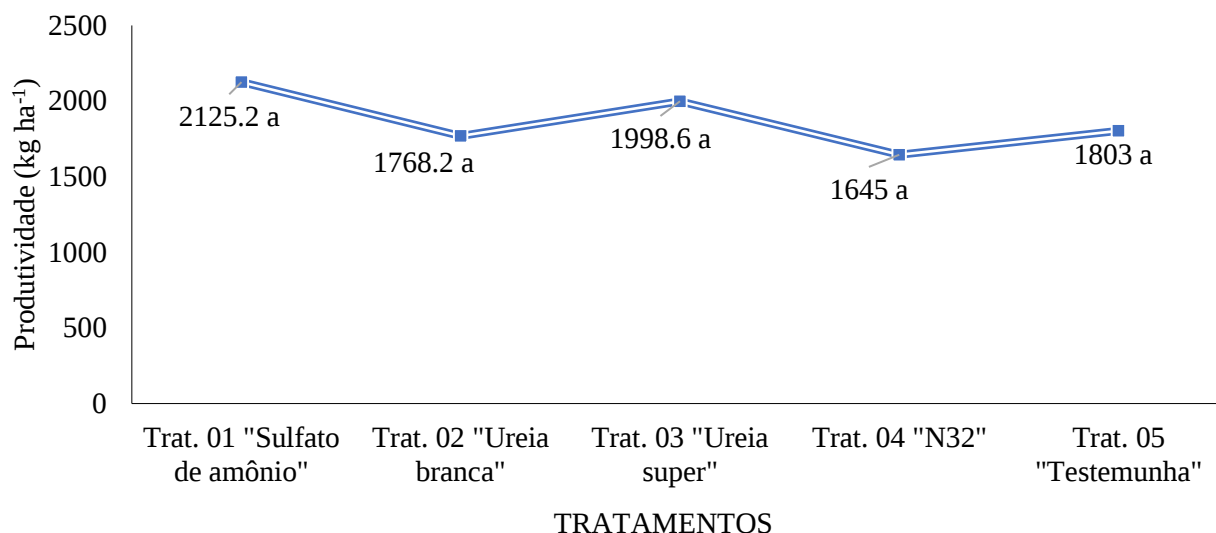
Com relação à massa de 100 grãos, verifica-se que o tratamento com sulfato de amônio (T1) se destacou com média de 29,6 g, e houve efeito significativo ($p < 0,05$) sobre a Testemunha. Não houve diferença significativa ($p > 0,05$) entre as fontes de N: ureia branca (T2), ureia super (T3) e N32 (T4). Henrique *et al.* (2020), utilizando ureia branca como fonte de N de cobertura obteve uma média de peso de 100 grãos de 33,32 g e não verificou diferença significativa quando comparado com a testemunha, indicando que essa é uma característica que apresenta pouca variação em virtude das alterações do meio.

Quanto a produtividade (Figura 1), verifica-se que não houve diferença significativa ($p > 0,05$) entre as diferentes fontes de N em cobertura e a testemunha. Inferindo-se que a adubação nitrogenada com diferentes fontes de N em cobertura na dosagem de 60 kg ha⁻¹ de N aplicado em dois estádios de desenvolvimento da cultura, praticamente não proporcionou incremento no rendimento de grãos da cultura no presente estudo.

Em relação a aplicação de N em cobertura, na forma de ureia líquida N32% (T4) em comparação com o tratamento 5 (T5) houve uma diferença de produtividade, ocorrido pelo fato da aplicação do tratamento (T4) para o fornecimento de 60 kg de N, ocorreu requeima das

plantas, reduzindo a área fotossintética, além da grande quantidade de N não ser assimilável via foliar pela planta.

Figura 1 - Efeito das diferentes fontes de adubação nitrogenada em cobertura na produtividade do feijão preto. Médias seguidas de mesmas letras minúsculas indicam que não houve diferença significativa pelo teste de Tukey a 5 % de probabilidade de erro.



A aplicação de N em cobertura, na forma de sulfato de amônio, apesar de não diferir estatisticamente, apresentou resultado superior (2.125,2 kg ha⁻¹) e promoveu incremento nos componentes de produção do feijoeiro, comparado com a aplicação de ureia. Essa leve superioridade do tratamento com aplicação de sulfato de amônio (T1) em relação a ureia branca (T2) pode ser atribuída às perdas gasosas de amônia por maior volatilização da ureia. Todavia, vale destacar que não houve diferença significativa de produtividade quando foi utilizado o sulfato ou a ureia, demonstrando eficiência semelhante das duas fontes para o fornecimento de N em cobertura para o feijoeiro.

A resposta da cultura à aplicação de N é controversa na cultura do feijão. Meira *et al.* (2005) e Henrique *et al.* (2020) observaram incrementos no rendimento de grãos pela aplicação de nitrogênio em cobertura. Já Rapassi *et al.* (2003), testando 20, 40, 60, 80 e 100 kg ha⁻¹ de N com duas fontes, ureia e nitrato de amônio, no sistema plantio direto, constataram que não houve diferenças entre os níveis de produtividade em função das doses de N aplicadas. Arf (2010), utilizando doses e épocas de aplicação de N em relação à testemunha, verificou que, em relação ao número de vagens por planta, sementes por vagem e produtividade de grãos, não houve efeito significativo. Este autor justifica tal resultado pelo alto teor de matéria orgânica do solo que, mediante sua mineralização, liberaria quantidades suficientes de N para atender às necessidades da planta.

Desse modo, a ausência de respostas à adubação nitrogenada em cobertura aqui observada pode estar relacionada ao cultivo contínuo com milho, feijão, trigo e soja e ao alto teor de matéria orgânica ($30,96 \text{ g dm}^{-3}$) na área. De acordo com Kluthcouski *et al.* (2006), em plantio direto, há tendência de se acumular nutrientes no perfil explorado pelas raízes, tornando menos frequente a resposta à adubação com macro e micronutrientes. Gomes Junior *et al.* (2008) citou que o feijoeiro, em plantio direto, responde muito pouco a altas doses de N em cobertura, quando há grande aporte de fito massa sobre a superfície do solo, sugerindo-se neste caso, a antecipação de parte ou do total da adubação de N em cobertura aos 15 dias após emergência, em razão da maior demanda de N pela cultura provocada pela menor taxa de mineralização da matéria orgânica, devido ao elevado potencial de imobilização do N do solo pelos microrganismos.

Para esses mesmos autores, a palhada principalmente de gramíneas libera os nutrientes em médio e em longo prazo, e mesmo que nem todo o N da palhada tenha sido mineralizado durante o ciclo do feijoeiro, possivelmente a quantidade de N disponibilizada para as plantas de feijão tenha sido suficiente para o adequado suprimento, a ponto de anular os efeitos da aplicação das doses de N mineral.

Os resultados evidenciam que há elevada demanda de N pelo feijoeiro, devido a quantidade insuficiente do nutriente que o solo fornece às plantas, resultado da intensa imobilização de N pelos microrganismos e, conseqüentemente, da menor disponibilidade do nutriente, principalmente, na fase inicial do desenvolvimento (CRUSCIOL *et al.*, 2007).

A produtividade média geral foi de 1.868 kg ha^{-1} , bastante inferior ao rendimento médio apresentado pelo IDR-PR (2019) para a cultivar IPR Urutau (3.227 kg ha^{-1}), indicando que a aplicação de diferentes fontes de N em cobertura não foi suficiente para que a cultura atingisse a máxima produtividade. Essa limitação no rendimento pode ser em função do excesso de chuva no período de florescimento, resultando em abortamento e desenvolvimento de doenças, e a alta intensidade de chuvas ocorridas no período em que foi realizada a adubação de cobertura, pode ter comprometido a eficiência da adubação nitrogenada, em função da maior perda do nutriente por lixiviação.

Conclusões

A adubação com diferentes fontes de nitrogênio em cobertura não interferiu no número médio de vagens por planta e no número de grãos por vagem do feijão preto IPR Urutau. Entre os componentes de produção do feijoeiro, a massa de cem grãos respondeu positivamente a adubação de sulfato de amônio em cobertura, proporcionando maior massa de cem grãos em

relação a testemunha. A adubação nitrogenada com diferentes fontes de N em cobertura não proporcionou aumento na produtividade de grãos do feijoeiro nas condições estudadas.

Referências

ARF, M. V. **Fontes, doses e épocas de aplicação de nitrogênio em feijoeiro de inverno irrigado no sistema plantio direto**. 2010. 69 f. Dissertação (mestrado) – Programa de Pós-Graduação em Agronomia, Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira, SP, 2010.

BRITO, L. F.; PACHECO, R. S.; SOUZA FILHO, B. F.; FERREIRA, E. P. B.; STRALIOTTO, R.; ARAÚJO, A. P. Resposta do Feijoeiro Comum à Inoculação com Rizóbio e Suplementação com Nitrogênio Mineral em Dois Biomas Brasileiro. Divisão 2 - Processos e propriedades do solo. **Revista Brasileira Ciência do Solo**, v. 39, n. 4, p. 981-992, 2015.

CALONEGO, J. C.; RAMOS JUNIOR, E. U.; BARBOSA, R. D.; LEITE, G. H. P.; GRASSI FILHO, H. Adubação nitrogenada em cobertura no feijoeiro com suplementação de molibdênio via foliar. **Revista Ciência Agronômica**, v. 41, n. 3, p. 334-340, 2010.

COÊLHO, J. D. Feijão: produção e mercados. **Caderno Setorial ETENE** - Escritório Técnico de Estudos Econômicos do Nordeste, n. 197, dez. 2021.

CONAB - Companhia Nacional de Abastecimento. **Acompanhamento da safra brasileira de grãos – safra 2020/21**, v. 8, n.5 - Quinto levantamento, p. 1-94, Brasília: Conab, fev. 2021.

CRUSCIOL, C. A. C.; SORATTO, R. P.; SILVA, L. M.; LEMOS, L. B. Fontes e doses de nitrogênio para o feijoeiro em sucessão a gramíneas no sistema plantio direto. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 31, p. 545-552, 2007.

DAL MOLIN, S. J. **Desempenho de fertilizantes nitrogenados na volatilização de amônia, na lixiviação e no rendimento do feijoeiro**. 2016. 86 f. Dissertação (Mestrado) – Programa de Pós-Graduação em Ciência do Solo, Centro de Ciências Agro veterinárias, Universidade do Estado de Santa Catarina, Lages, SC, 2016.

DUARTE, G. R. B. **Como ter mais eficiência na adubação com ureia agrícola**. Lavoura10 – Aegro, set. 2020. Disponível em: < <https://blog.aegro.com.br/ureia-agricola/>>. Acesso em 05 mar. 2022.

EMBRAPA - Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. 5. ed., rev. e ampl. - Brasília, DF: Embrapa solos, 2018. 356 p.

FAGERIA, N. K.; STONE, L. F.; SANTOS, A. B. dos.; CARVALHO, M. da C. S. **Nutrição mineral do feijoeiro**. Brasília, DF: Embrapa, 2015. 394 p.

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

GOMES JUNIOR, F. G.; SÁ, M. E.; VALÉRIO FILHO, W. V. Nitrogênio no feijoeiro em sistema de plantio direto sobre no feijoeiro em sistema de plantio direto sobre gramíneas. **Acta Scientiarum Agronomy**, Maringá, v. 30, n. 3, p. 387-395, 2008.

HENRIQUE, I. G.; NASCIMENTO, I. C.; SOUZA, I. D.; ANDRADE, G. R.; MORAIS, P. H. A.; PEREIRA, D. B.; MELO FILHO, L. C. Adubação nitrogenada em cobertura: fator determinante para elevadas produtividades de feijão comum. **Revista Cultura Agronômica**, Ilha Solteira, v. 29, n. 4, p. 490-505, 2020.

IDR - INSTITUTO DE DESENVOLVIMENTO RURAL DO PARANÁ. **Feijão preto IPR URUTAU**. Folder técnico, mar. 2019.

KLUTHCOUSKI, J.; AIDAR, H.; THUNG, M.; OLIVEIRA, F. R. de A.; COBUCCI, T. **Manejo antecipado do nitrogênio nas principais culturas anuais**. Documentos, 188. Santo Antônio de Goiás, GO: Embrapa Arroz e Feijão, 2006.

MEIRA, F. A.; SÁ, M. E.; BUZETTI, S.; ARF, O. Doses e épocas de aplicação de nitrogênio no feijoeiro irrigado cultivado em plantio direto. **Revista Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 40, n. 4, p. 383-388, abr. 2005.

MOREIRA, G. B. L.; PEGORARO, R. F.; VIEIRA, N. M. B.; BORGES, I.; KONDO, M. K. Desempenho agrônomo do feijoeiro com doses de nitrogênio em semeadura e cobertura. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 17, n. 8, p. 818-823, 2013.

NITSCHKE, P. R.; CARAMORI, P. H.; RICCE, W. S.; PINTO, L. F. D. **Atlas climático do estado do Paraná**. Londrina, PR: IAPAR, 2019.

NEPAR - Núcleo Estadual do Paraná. Sociedade Brasileira de Ciência do Solo – SBCS. **Manual de adubação e calagem para o estado do Paraná**. PAULETTI, V.; MOTTA, C. V. (Coord.) - 2. ed. - Curitiba: NEPAR-SBCS, 2019. 289p.

PIMENTEL-GOMES, F. **Curso de estatística experimental**. 14 ed. Piracicaba, SP: Degaspari, 2000. 477p.

RAPASSI, R. M. A.; SÁ, M. E.; TARSITANO, M. A. A.; CARVALHO, M. A. C. de; PROENÇA, E. R.; NEVES, C. M. T. de C.; COLOMBO, E. C. M. Análise econômica comparativa após um ano de cultivo do feijoeiro irrigado, no inverno, em sistemas de plantio convencional e direto, com diferentes fontes e doses de nitrogênio. **Bragantia**, v. 62, p. 397-404, 2003.

TASCA, F. A.; ERNANI, P. R.; ROGERI, D. A.; GATIBONI, L. C.; CASSOL, P. C. Volatilização de amônia do solo após a aplicação de ureia convencional ou com inibidor de uréase. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 35, n. 2, abr. 2011.