

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA
INSTITUTO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
CURSO DE AGRONOMIA**

MATHEUS GIROTO COSTA MOTA

**MANEJO DA FERTILIZAÇÃO NITROGENADA NO PROCESSO
GERMINATIVO DO FEIJOEIRO SUPERPRECOCE CULTIVAR
BRS FC 104**

**Uberlândia – MG
Janeiro – 2021**

MATHEUS GIROTO COSTA MOTA

**MANEJO DA FERTILIZAÇÃO NITROGENADA NO PROCESSO
GERMINATIVO DO FEIJOEIRO SUPERPRECOCE CULTIVAR
BRS FC 104**

Trabalho de conclusão de curso apresentado ao curso de Agronomia, da Universidade Federal de Uberlândia, para obtenção do grau de Engenheiro Agrônomo.

Orientador: Prof. Dr. José Geraldo Mageste

Coorientador: Dr. Vanderley José Pereira

MATHEUS GIROTO COSTA MOTA

**MANEJO DA FERTILIZAÇÃO NITROGENADA NO
PROCESSO GERMINATIVO DO FEIJOEIRO SUPERPRECOCE
CULTIVAR BRS FC 104**

Trabalho de conclusão de curso
apresentado ao curso de
Agronomia, da Universidade
Federal de Uberlândia, para
obtenção do grau de Engenheiro
Agrônomo.

Prof. Dr. José Geraldo Mageste
Orientador

Bruno Póvoa Rodrigues
Membro da Banca

Andreas Janzen
Membro da Banca

SUMÁRIO

RESUMO	6
INTRODUÇÃO.....	7
MATERIAIS E MÉTODOS.....	9
Obtenção das sementes	9
Condições climáticas da região.....	9
Determinação de teor de água.....	11
Germinação de sementes.....	12
Análise estatística	12
RESULTADOS E DISCUSSÃO	13
CONCLUSÃO.....	17
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	18

LISTA DE FIGURAS

- Figura 1.** Climatograma do período correspondente ao experimento para a produção de sementes da cultivar superprecoce de feijão-comum BRS FC104 no município de Santo Antônio de Goiás, estado de Goiás, nas coordenadas geográficas 16°29'51,5" S; 49°17'03,4" W.....10
- Figura 2.** Germinabilidade de sementes de feijão provenientes de plantas (a) inoculadas e (b) não inoculadas com bactérias fixadoras de nitrogênio e submetidas à fertilização com doses de nitrogênio aplicada em diferentes estádios fenológicos.....15
- Figura 3.** Tempo médio de sementes de feijão provenientes de plantas inoculadas (a) e não inoculadas (b) com bactérias fixadoras de nitrogênio e submetidas à fertilização com doses de nitrogênio aplicada em diferentes estádios fenológicos.....17

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Caracterização química do solo da área experimental.....	11
Tabela 2. Medidas de germinabilidade do processo germinativo sementes de feijão oriundas de plantas com diferentes manejos da fertilização nitrogenada (fixação biológica, dose e estágio fenológico de aplicação de <i>N</i> -fertilizante).	14
Tabela 3. Medidas tempo médio do processo germinativo sementes de feijão oriundas de plantas com diferentes manejos da fertilização nitrogenada (fixação biológica, dose e estágio fenológico de aplicação de <i>N</i> -fertilizante).	16

RESUMO

O feijoeiro (*Phaseolus vulgaris*) é uma das culturas mais produzidas pelo estado de Minas Gerais e sua relação com bactérias fixadoras do nitrogênio é um de seus atributos mais importantes. Sendo assim é essencial compreender como esta cultura reage a diversas situações de manejo da fertilização nitrogenada. A cultivar BRS FC 104 foi escolhida para este estudo devido à sua característica de ser superprecoce, ou seja, completar o ciclo em 60 dias apenas. O objetivo é analisar os efeitos da fertilização nitrogenada na produção de sementes de feijão em comparação com a fixação de nitrogênio através de bactérias (*Rhizobium tropici*) e seus efeitos sobre a germinabilidade e tempo médio de germinação destas. O delineamento foi o de blocos ao acaso tendo três repetições em esquema fatorial, correspondendo a três doses de nitrogênio (50, 100 e 150 kg.ha⁻¹) aplicados em três estádios fenológicos (V_0 , germinação; V_2 , 1º trifólio; e V_4 , 3º trifólio) associados à inoculação de bactérias fixadoras de nitrogênio ou não. Portanto perfazendo um fatorial 3x3x2, além de dois adicionais que foi o cultivo do feijoeiro apenas com inoculante e outro sem complementação de fertilizante nitrogenado. Doses acima de 100 kg.ha⁻¹ de N aumentam o tempo médio germinabilidade do feijoeiro independente do estádio e do uso de fixadores biológicos de nitrogênio.

PALAVRAS-CHAVE: *Phaseolus vulgaris*, germinação, sementes, fixação biológica, nitrogênio

INTRODUÇÃO

A cultura do feijão é considerada uma cultura de ciclo curto, podendo sua semeadura se adequar em uma janela menor de tempo. O Brasil possui três épocas (safras) para o cultivo do feijão: a primeira, semeada entre agosto e dezembro, a segunda entre janeiro e abril e a terceira de maio a julho. A produção total, somando todas as safras, prevista para 2020/2021 é de 2928,5 mil hectares com uma produção estimada em 3120,3 toneladas. Para a safra de 2019/2020 foi estimada uma produção de 3,22 milhões de toneladas, um acréscimo de 6,8% em relação à safra anterior. Minas Gerais apresenta pacotes tecnológicos diferenciados em virtude desta cultura ser cultivada por grandes produtores e pela agricultura familiar. Em ambos, a maximização da fertilidade é um processo crucial no retorno financeiro e desenvolvimento da cultura (CONAB, 2020).

Sabe-se que o feijoeiro (*Phaseolus vulgaris L.*) em simbiose com espécies de bactérias da família *Rhizobiaceae* produzem nódulos que fixam o nitrogênio da atmosfera (MATOSO; KUSDRA, 2014). Portanto, uma prática comum é a inoculação destas bactérias visando, com as recém emergidas raízes das plântulas, a formação de nódulos (ARAÚJO, 1994). Além de melhorar a fertilidade do solo, o uso de rizóbios promovem resistência a pragas e doenças. A utilização juntamente com fontes orgânicas e inorgânicas resultam em uma agricultura sustentável (KASHYAP, 2017). Com a prática rotineira, o feijão inoculado poderá ter uma melhor eficiência de nodulação, uma vez que a bactéria permanece no solo (JUNIOR, 2010; Fonseca et al., 2013).

A fixação biológica inicia-se quando a bactéria reconhece compostos secretados pelas raízes como flavonóides e betaínas e se aderem às raízes, tornando-se resistentes contra substâncias tóxicas através das fitoalexinas (GAGE, 2004). A captação do nitrogênio atmosférico (N_2) por meio do nódulo na raiz, transforma-o em amônia (NH_3) através da enzima nitrogenase. Esta conversão requer grande quantidade de energia, provida da ATP, devido à ligação tripla do N_2 . Um efeito indesejado da nitrogenase é a formação de H^+ em H_2 , que retornam para a atmosfera acarretando em desperdício de ATP (OLANREWAJU, 2017; FRANCHE, 2009). A redução do nitrogênio em amônia se dá pela equação:



Em comparação com a soja, a cultura do feijoeiro ainda não pode ter a fertilização nitrogenada substituída pela fixação biológica de nitrogênio (FBN), fazendo assim com que o agricultor aplique o fertilizante mineral em cada safra (MATOSO; KUSDRA, 2014). No entanto, quando o feijoeiro é cultivado na seca, a fertilização pode ser substituída pela inoculação com *Rhizobium tropici* em casos de pequenas áreas devido ao custo com insumos, porém para grandes produtores, a fertilização juntamente com a FBN aumenta o rendimento dos grãos e proteína solúvel nas folhas, favorecendo o desenvolvimento de genótipos mais produtivos (BARROS et al., 2017).

A fertilização nitrogenada é uma prática onerosa e caso seja feita incorreta, acarretará em perdas deste nutriente. Alvarez et al. (1999) indicam, na 5ª Aproximação para Fertilização nesta Cultura para o Estado de MG, 10 kg.ha⁻¹ de N a ser aplicado na semeadura, seja irrigado, na seca ou em consórcio. Já para a aplicação em cobertura, aplica-se 20 kg.ha⁻¹ em sistema de sequeiro, 30 kg.ha⁻¹ em sistema irrigado e não se aplica em sistema de consórcio.

Para a obtenção de maior rendimento do feijoeiro, ARF et al. (2011) observaram que a fertilização nitrogenada deverá ser realizada durante a semeadura ou nos estádios v₄₋₅. Durante a semeadura, doses pequenas de N (20 kg.ha⁻¹), juntamente com inoculação, apresentam boas respostas quanto à produtividade e rendimento de grãos (RAMIRES, 2018). Existem também diversos trabalhos indicando a fertilização mineral de Nitrogênio em conjunto com outros elementos, porém, eles podem divergir quanto aos resultados e às indicações. Bassan et al. (2001) observaram que a inoculação juntamente com aplicação de Molibdênio no sulco e via foliar não demonstrou nenhum efeito sobre a produção e o desenvolvimento de sementes. Já Biscaro et al. (2011), concluíram que a aplicação de 120 kg.ha⁻¹ de N em cobertura é melhor absorvido quando associado com molibdênio via foliar, obtendo um acréscimo de 43,8% na produtividade do feijoeiro, aumentando também no teor de clorofila e número de vagens.

MARTINS et al. (2013), também demonstraram a importância do uso de micronutrientes em conjunto com a inoculação na ausência de fertilização nitrogenada, obtendo um acréscimo de 12,4% no rendimento de grãos.

Os estudos em sua maior parte trabalham com cultivares de feijão com ciclos acima do precoce, entre 85 a 95 dias. A linhagem de feijão denominada CNFC 15874 resultou de um cruzamento entre as linhagens VC5 e CNFE 8009 e apresenta ciclo de 55 a 65 dias (GONZAGA, 2017), portanto, sendo um grande desafio manejar toda fertilização neste curto espaço de tempo, uma vez que este tempo de cultivo impõe mudança de toda a tecnologia já consagrada. Sendo assim, o objetivo deste trabalho foi avaliar a germinação de sementes de feijão superprecoce produzidas por plantas fertilizadas com fixação biológica de nitrogênio e suplementadas por fertilizantes nitrogenados aplicados em diferentes épocas e doses.

MATERIAL E MÉTODOS

Obtenção das sementes

O experimento foi conduzido durante a primeira safra, no município de Santo Antônio de Goiás – GO, nas coordenadas geográficas 16°29'51,5" S; 49°17'03,4" W; altitude média de 830 metros, em delineamento de blocos ao acaso com três repetições em esquema fatorial, correspondendo a três doses de nitrogênio (50, 100 e 150 kg.ha⁻¹) aplicados em três estádios fenológicos (V_0 , germinação; V_2 , 1º trifólio; e V_4 , 3º trifólio) associados à inoculação de bactérias fixadoras de nitrogênio ou não. Portanto compondo-se de um fatorial 3x3x2, além de dois adicionais que foram o cultivo do feijoeiro apenas com inoculante e sem nenhuma suplementação nitrogenada.

Condições climáticas da região

O clima da região é considerado tropical de savana, megatérmico, Aw, conforme classificação de Köppen (ALVARES et al., 2013). Ao decorrer do experimento, as temperaturas mínimas (T_{\min}) e máxima (T_{\max}) permaneceram entre a $15,9 \pm 1,9$ e $29,5 \pm 1,9$ °C. No final do ciclo de cultivo houve queda brusca na radiação solar (RadSol), devido ao aumento da precipitação (Prec.) (Figura 1).

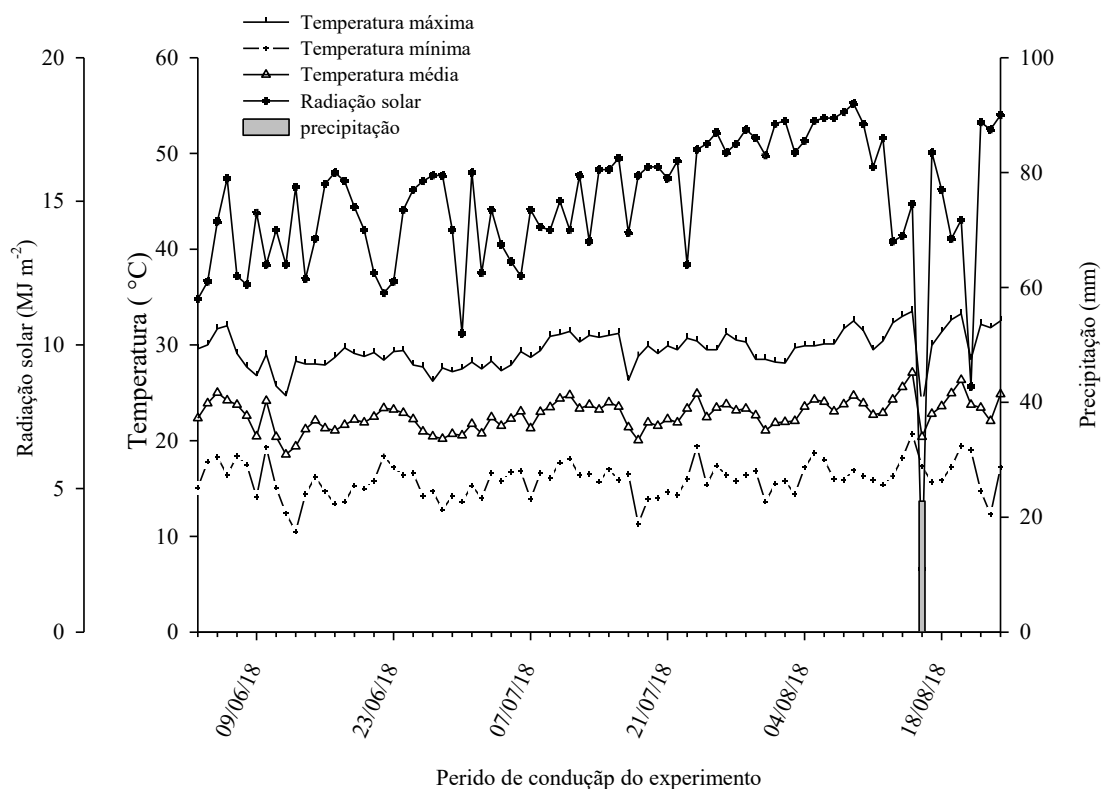


Figura 1. Climatograma do período correspondente ao experimento para a produção de sementes da cultivar superprecoce de feijão-comum BRS FC104 no município de Santo Antônio de Goiás, estado de Goiás, nas coordenadas geográficas 16°29'51,5'' S; 49°17'03,4'' W.

A inoculação foi feita por meio de um inoculante turfoso cedido pelo Laboratório de Microbiologia da Embrapa Arroz e Feijão com as estirpes SEMIA 4088, SEMIA 4080 e SEMIA 4077, de *Rhizobium tropici*, sendo as sementes tratadas durante a semeadura. A classificação do solo onde foi conduzido o experimento é de um Latossolo Vermelho distrófico (SANTOS et al, 2013), com 348 g.kg⁻¹ de argila, 270 g.kg⁻¹ de silte e 383 g.kg⁻¹ de areia, classificado como franco-argiloso. A composição química revelou que o pH se encontrava em uma faixa ideal para o feijoeiro. A concentrações de cálcio (Ca) e magnésio (Mg) apresentaram valores adequados, porém o fósforo (P) apresentou baixo teor, em contrapartida, o potássio (K) apresentava altos teores (Tabela 1). Esta interpretação foi realizada segundo Teixeira et al. (2017).

Tabela 1. Caracterização química do solo da área experimental.

pH	Ca ²⁺	Mg ³⁺	Al ³⁺	H ⁺	P	K	Cu	Zn	Fe	Mn	MO
	mmol _c dm ⁻³										
5,6	19,0	9,0	0,0	29,0	10,4	116,0	1,3	1,4	14,0	3,1	30,0

Profundidade 0-20 cm; pH: medida potencial hidrogênio iônico da mistura de solo e água (1:1); Ca, Mg: extraídos em solução de KCl 1 mol l⁻¹ e determinados por espectroscopia de absorção atômica; Al: extraído em solução de KCl 1 mol L⁻¹ e determinado por titulometria; H+Al: extraídos em acetato de cálcio 0,5 mol l⁻¹ e determinado por titulometria; P, K, Cu, Zn, Fe, Mn: extraídos em solução Melich-1 e determinados por espectroscopia de absorção atômica; MO: oxidação por solução sulfocrômica seguida de determinação por espectrofotometria (TEIXEIRA et al, 2017).

Cada parcela experimental foi composta por quatro fileiras, contendo 5,3 m de comprimento, espaçadas entre si em 0,45 m. Foi utilizada uma densidade de 444.444 sementes ha⁻¹. A adubação utilizada na semeadura foi o fosfato monoamônico (MAP) (11 – 54 – 00), na dose de 200 kg.ha⁻¹, seguindo a recomendação de Sousa e Lobato (2004). Para garantir a qualidade da semente, foi realizada a colheita de forma manual no final do ciclo da cultura (estádio R9) e o beneficiamento foi realizado separando a fração de sementes puras das quebradas, chochas, contaminadas e com algum dano, que eram descartadas.

Determinação de teor de água

Para caracterizar as sementes fez-se a determinação do teor de água na base seca utilizando o método de estufa a 105±3°C por 24 horas (RAS, 1992). Da fração de sementes puras, separou uma amostra de 5 g de cada parcela mantendo o delineamento adotado na etapa de campo. As sementes foram acondicionadas em recipientes de alumínio providos de tampas que foram dispostos em estufa com ventilação forçada de ar. Decorrido o tempo determinado, retirou-se rapidamente os recipientes, colocando-os em dessecadores, providos com sílica gel, para as sementes atingirem o equilíbrio com o ambiente e assim mensurar a massa para determinar o teor de água na base seca de acordo com a equação:

$$U(\%) = \frac{(MMF - MMS)}{MMS} * 100 \quad [2]$$

Em que:

$U(\%)$ é o teor de água na base seca; MMF é a massa de matéria fresca e MMS é a massa de matéria seca.

Germinação das sementes

Para a realização do experimento sobre germinação foram utilizadas caixas *gerbox* com duas folhas de papel filtro esterilizada. O umedecimento foi com água destilada equivalendo à 2,5 vezes a massa do papel. Cada repetição foi formada por duas caixas *gerbox* com 25 sementes cada. Essas caixas foram lavadas em água com detergente neutro seguidos de enxágue em água corrente. Posteriormente foram imersas em solução com hipoclorito de sódio a 2% do princípio ativo e o excesso de solução foi retirado com sucessivos enxágues em água corrente. Em seguida, as caixas foram submersas em uma solução de álcool etílico a 70%, cujo excesso foi retirado com três passagens em água destilada sucessivas.

A semeadura foi realizada sobre papel filtro umedecido, dispendo as sementes de maneira equidistante; a manutenção da umidade foi realizada com água destilada sempre que se julgou necessária. Em seguida, as caixas foram acondicionadas em bandejas dentro de câmaras de germinação (Seedburo Equipment Company, modelo MPG-2000), sob luz branca artificial fluorescente contínua, com temperatura regulada à 25°C. O critério adotado para a germinação foi o botânico por retirada, contabilizando a protrusão do embrião a cada oito horas até a estabilização do processo germinativo. Quando houve infestação de fungos ou bactérias em uma semente, esta foi lavada em água corrente, seguida de água destilada para diminuir a infestação na mesma e a contaminação por toda a caixa *gerbox* e, em caso constatação da morte, a semente foi descartada.

Análise estatística

Foram calculados a germinabilidade e o tempo médio de germinação (Labouriau, 1983). Para as medidas de germinação, os testes de Shapiro-Wilk para a normalidade dos resíduos da ANOVA (Análise de Variância) e de Levene para a homogeneidade entre as variâncias dos tratamentos foram aplicados a todas as características, ambos a 0,01 de significância. Em caso de não atendimento a uma das pressuposições, os dados foram submetidos às transformações do tipo raiz ou angular e novamente as pressuposições foram testadas. Em caso de falta de ajuste a alguma das pressuposições, utilizou-se o protocolo proposto por Ribeiro-Oliveira et al. (2013) para proceder a análise. Em sequência, aplicou-se a análise de variância pelo teste “*F* de Snedecor” (ANOVA). As comparações múltiplas das médias foram feitas pelo teste de Tukey, a 0,05 de significância, para o fator fixação biológica de nitrogênio (com e sem

FBN) e estágio fenológico para aplicação da fertilização nitrogenada em cobertura (V_0 , V_2 e V_4). Para comparar os tratamentos adicionais – compostos pelo uso da fixação biológica de nitrogênio isolada e, ou, do não uso de qualquer manejo de fertilização nitrogenada – com as demais combinações de manejo de fertilização nitrogenada fez uso de contrastes pareados por meio do teste de Dunnett, a 0,05 de significância. Para o fator quantitativo, dose de nitrogênio (0; 50; 100 e 150kg.ha⁻¹ de N-fertilizante), modelos regressão lineares, quadráticos, sigmoidais, exponenciais e logísticos foram testados e aqueles significativos pela estatística “F” de Snedecor, a 0,05, com sentido biológico e bom ajuste ($R^2 \geq 70\%$). No caso de não ajustamento, os pontos médios foram plotados e procedeu-se análise descritiva dos resultados. Gráficos foram plotados para demonstrarem a distribuição de frequência relativa da germinação em função do tempo.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os teores de água analisados foram próximos a 10% (base seca) para todas as combinações de manejo de fertilização nitrogenada, embora as sementes provenientes de plantas fertilizadas unicamente com fonte mineral nas doses de 100 e 150 kg.ha⁻¹ em v_4 apresentaram maiores amplitudes de teor de água.

O uso de bactérias fixadoras de nitrogênio no feijoeiro não incrementou a capacidade de germinação das sementes, tampouco houve diferença na época de aplicação do N independente da dose (Tabela 2). Em ambos os casos, a capacidade germinativa foi próxima a 100%. A fixação biológica de N como único aporte de nitrogênio para produção de sementes de feijão foi suficiente para garantir alta capacidade germinativa não diferindo das sementes produzidas por plantas fertilizadas com doses variando de 50 a 150 kg.ha⁻¹ aplicadas nos estádios v_0 , v_2 ou v_4 . Deve-se destacar que sementes da parcela testemunha resultaram em equidade de resultados com os demais manejos de fertilização adotados. De acordo com SILVEIRA (2016) fatores como estresse pode interferir na eficiência de bactérias fixadoras de nitrogênio. Isso pode explicar o não incremento de produção com a aplicação do fertilizante mineral. Deve-se lembrar sempre que o nitrogênio é um nutriente muito dinâmico no solo e seu balanço é complexo com imobilização e mineralização se contrabalanceando constantemente (SANT’ANNA et al., 2010).

É importante lembrar que o cultivo foi feito em semeadura direta consolidada, ou seja, com uma boa população microbiana e com grande reserva de matéria orgânica,

portanto com teores de nitrogênio incorporados a matéria orgânica que foram liberados gradativamente. Em plantas fertilizadas em v0 e com aporte de N bacteriano, verificou-se incrementos iniciais de germinação com uma rápida estabilização (Figura 2), todavia ao aplicar o N no estágio v2 o incremento de produtividade foi linear tendo germinação de 96,17% e acréscimos para cada kg de N de 0,023%.

Tabela 2. Medidas de germinabilidade do processo germinativo sementes de feijão oriundas de plantas com diferentes manejos da fertilização nitrogenada (fixação biológica, dose e estágio fenológico de aplicação de N-fertilizante).

¹ FBN	Estádio	Germinabilidade (%)			Média
		Dose de Nitrogênio (Kg.ha ⁻¹)			
		50	100	150	
Com	V ₀	98,66	98,00	99,00	98,46 a
	V ₂	97,50	98,66	99,50	
	V ₄	99,33	98,50	97,00	
Sem	V ₀	97,00	97,33	97,50	98,04 a
	V ₂	99,00	97,00	100,00	
	V ₄	100,00	98,00	96,50	
² Adicionais		Com FBN (1)		Sem FBN (2)	
Média		96,00		96,50	
Estádio		V ₀	V ₂	V ₄	
Média		98,58 A	97,92 A	98,25 A	
³ W; F		0,966; 2,281			

¹Médias seguidas de letras distintas, minúscula na coluna e maiúscula na linha, diferem pelo teste de Tukey a 0,05 de probabilidade. ² Médias seguidas de ¹ e ² diferem dos tratamentos adicionais (1) e (2), respectivamente, pelo teste de Dunnett a 0,05 de probabilidade. W; F: estatísticas dos testes de Shapiro-Wilk e Levene; valores grafados em negrito indicam resíduos com distribuição normal e homogeneidade das variâncias, ambos a 0,01 de probabilidade.

Quando houve aplicação em v4, a curva de germinação foi quadrática, tendo ponto de máxima igual a 80 kg.ha⁻¹ no qual atinge a germinação de 99,37% (Figura 2). Barzan et al. (2014) relataram que a melhor época para aplicação de nitrogênio é no estágio v4, neste caso, aos 20 dias após emergência. Santi et al. (2013), verificaram que a aplicação de 100% da dose de nitrogênio durante o estágio v0 obtiveram menores produtividades se comparadas à adubação mineral aos 35 dias após a emergência.

Em plantas fertilizadas sem o aporte de nitrogênio bacteriano, a curva de germinabilidade no estágio v4 foi quadrática, com um ponto máxima igual a 71 kg.ha⁻¹ no qual obteve germinação de 99,32%. Em plantas no estágio v0, verificou-se um aumento da germinabilidade com o aumento das doses, obtendo germinabilidade de 95,58% e acréscimos de 0,007% para cada kg de N. Para v2 não houve ajuste para as

curvas, com germinabilidade máxima obtida para dose de 50 kg.ha⁻¹ de N. Tais resultados são justificados de acordo com Meira (2005), em que o estágio fenológico onde o nitrogênio é fornecido não apresenta diferença no potencial produtivo e fisiológico da planta do feijoeiro independente da época de semeadura, adubação e não ocorrência de doenças.

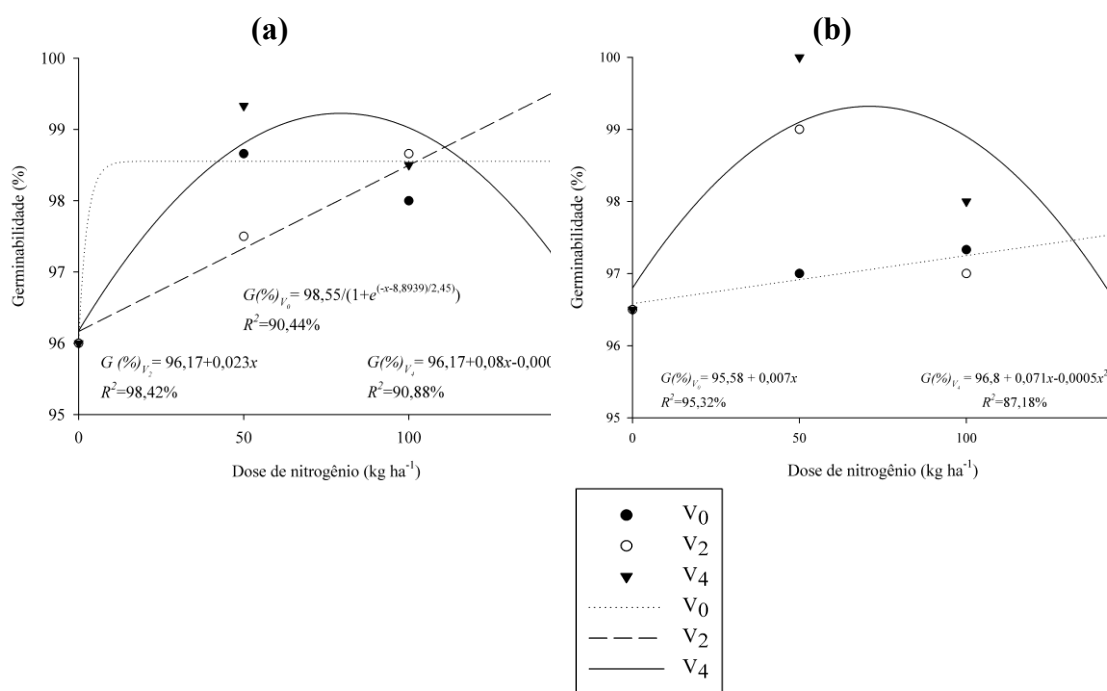


Figura 2. Germinabilidade de sementes de feijão provenientes de plantas (a) inoculadas e (b) não inoculadas com bactérias fixadoras de nitrogênio e submetidas à fertilização com doses de nitrogênio aplicada em diferentes estádios fenológicos.

O tempo médio para a germinação das sementes oriundas de plantas com ou sem interação bacteriana e fertilizadas ou não com N apresentou-se semelhante ou quase iguais. Também não houve diferença para tempo médio na influência da época de aplicação (Figura 3). Os modelos de germinação foram lineares com bom ajuste (>75%), e em todos os casos houve redução do tempo médio com incremento de nitrogênio independente da fixação e do estágio de aplicação do nutriente. O nitrogênio originário da fixação biológica é suficiente para reduzir o tempo médio de germinação, pois, de acordo com Ferreira (2000), a inoculação com bactérias caracteriza-se por suprir a necessidade da planta na obtenção de nitrogênio, chegando a prover um desenvolvimento semelhante aos obtidos sob adubação de cobertura.

Tabela 3. Medidas de tempo médio do processo germinativo sementes de feijão oriundas de plantas com diferentes manejos da fertilização nitrogenada (fixação biológica, dose e estágio fenológico de aplicação de *N*-fertilizante).

FBN	Estádio	Tempo médio (dia)			Média
		Dose de Nitrogênio (Kg.ha ⁻¹)			
		50	100	150	
Com	<i>V</i> ₀	2,22	2,15	2,06	2,18 a
	<i>V</i> ₂	2,28	2,29	2,26	
	<i>V</i> ₄	1,98	2,36	2,09	
Sem	<i>V</i> ₀	2,43	2,26	2,00	2,18 a
	<i>V</i> ₂	2,27	2,01	2,30	
	<i>V</i> ₄	2,01	2,40	2,04	
² Adicionais		Com FBN (1)		Sem FBN (2)	
Média		2,31		2,38	
Estádio		<i>V</i> ₀	<i>V</i> ₂	<i>V</i> ₄	
Média		2,18 A	2,24 A	2,15 A	
³ <i>W</i> ; <i>F</i>		0,950; 2,615			

¹Médias seguidas de letras distintas, minúscula na coluna e maiúscula na linha, diferem pelo teste de Tukey a 0,05 de probabilidade. ² Médias seguida de ¹ e ² diferem dos tratamentos adicionais (1) e (2), respectivamente, pelo teste de Dunnet a 0,05 de probabilidade. *W*; *F*: estatísticas dos testes de Shapiro-Wilk e Levene; valores grafados em negrito indicam resíduos com distribuição normal e homogeneidade das variâncias, ambos a 0,01 de probabilidade.

Di Domenico et al. (2019) demonstraram que diferentes doses de fertilizantes nitrogenados, inclusive acima do recomendado, não interferiram no processo de germinação inicial, analisado em laboratório. Isso indica um efeito espécie-específico do tempo de germinação, o qual é determinado pela espécie e não, ou pouco, pelo ambiente. Em outras palavras, a fertilização resulta em maior capacidade germinativa e produção, mas não muda o ciclo circadiano da espécie.

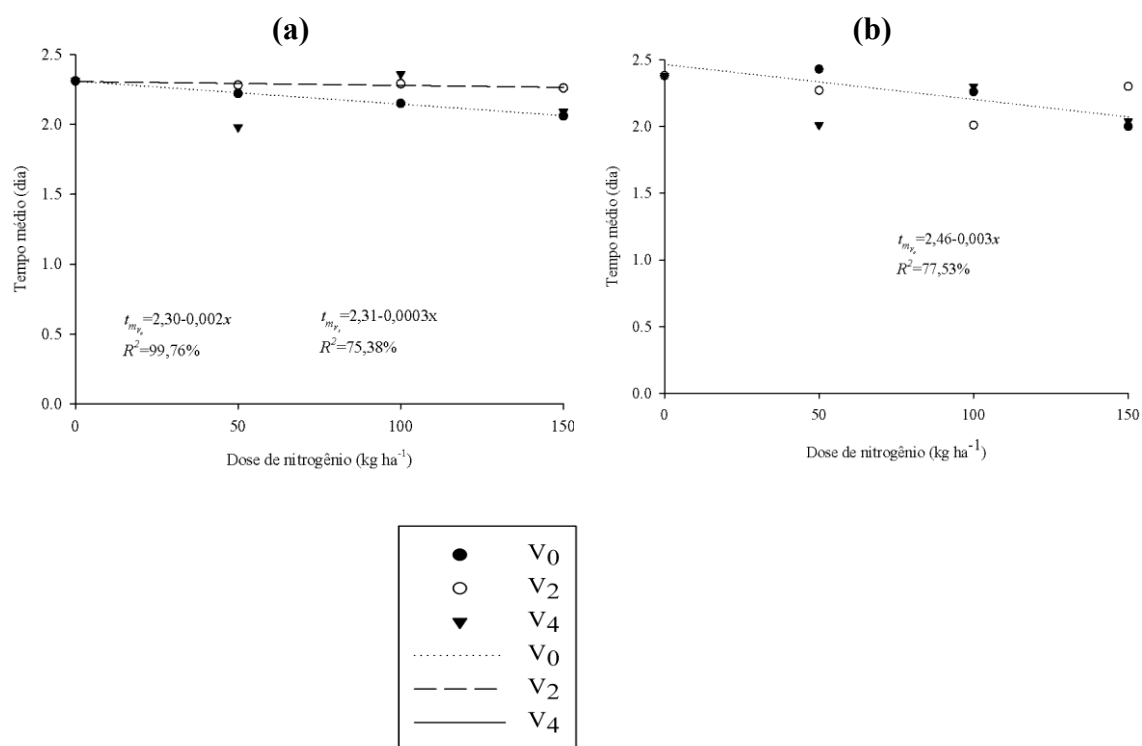


Figura 3. Tempo médio de germinação de plantas inoculadas (a) e não inoculadas (b) com bactérias fixadoras de nitrogênio e submetidas à fertilização com doses de nitrogênio aplicada em diferentes estádios fenológicos.

CONCLUSÃO

Conclui-se que em sistema de plantio direto, doses acima de 100 kg.ha⁻¹ de N, aumentam o tempo médio e capacidade germinativa do feijoeiro independente do estágio a ser aplicado e do uso de fixadores biológicos de nitrogênio.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALVARES, C. A., STAPE, J. L., SENTELHAS, P. C., DE MORAES GONÇALVES, J. L., & SPAROVEK, G. (2013). *Köppen's climate classification map for Brazil. Meteorologische Zeitschrift, 22(6)*, 711-728.

ARAUJO, R. S., & HUNGRIA, M. (1994). Microrganismos de importância agrícola. *Embrapa Arroz e Feijão-Documentos (INFOTECA-E)*.

ARF, M. V., BUZETTI, S., ARF, O., KAPPES, C., FERREIRA, J. P., GITTI, D. D. C., & YAMAMOTO, C. J. T. (2011). Fontes e épocas de aplicação de nitrogênio em feijoeiro de inverno sob sistema plantio direto. *Pesquisa Agropecuária Tropical, 41(3)*, 430-438.

BARROS, R. L. N., MACEDO, D. C., LIMA, G. R., & PIMENTEL, C. (2017). *Interaction of biological nitrogen fixation and fertilization: Effects on growth and yield of common bean in the dry season. African Journal of Agricultural Research, 12(32)*, 2555-2565.

BARZAN, R. R., DE FREITAS FREGONEZI, G. A., FAVORETTO, F., FURLAN, P. H. K., & TAKAHASHI, L. S. A. (2014). Épocas de aplicação de nitrogênio em cobertura sobre a produtividade de feijão-vagem de crescimento determinado. *Synergismus Scientifica UTFPR, 9(1)*, 1-4.

BASSAN, D. A. Z., ARF, O., BUZETTI, S., CARVALHO, M. A. C., SANTOS, N. C. B., SÁ, M. D., & GUERREIRO NETO, G. (2001). Inoculação de sementes e aplicação de nitrogênio e molibdênio na cultura do feijão de inverno: produção e qualidade fisiológica de sementes. *Revista Brasileira de Sementes, 23(1)*, 76-83.

BISCARO, G. A., FREITAS JUNIOR, N. A. D., SORATTO, R. P., KIKUTI, H., GOULART JUNIOR, S. A. R., & AGUIRRE, W. M. (2011). Nitrogênio em cobertura e molibdênio via foliar no feijoeiro irrigado cultivado em solo de cerrado. *Acta Scientiarum. Agronomy, 33(4)*, 665-670.

CHAGAS JUNIOR, A. F., RAHMEIER, W., FIDELIS, R. R., SANTOS, G. R. D., & CHAGAS, L. F. B. (2010). Eficiência agronômica de estirpes de rizóbio inoculadas em feijão-caupi no Cerrado, Gurupi-TO. *Revista Ciência Agronômica, 41(4)*, 709-714.

CONAB. COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO. Acompanhamento de safra brasileira de grãos, v.8 – Safra 2020, n. 3- Terceiro levantamento, Brasília, p. 1-86, Dezembro 2020. Disponível em: <<https://www.conab.gov.br/info-agro/safra/graos>>. Acesso em: 27 dez. 2020.

DA SILVEIRA, P. M., & DE BRITO FERREIRA, E. P. (2016). Índice de Suficiência de Nitrogênio Determinado pelo Clorofilômetro em Feijão Inoculado com Rizóbio e sob Adubação Nitrogenada. *Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento, (46)*, 16.

DI DOMENICO, G. H., PERES, D. M., BORSOI, A., RESENDE, J. D., RICARDO, P., & LIMA, F. D. A. P. Germinação de sementes e desenvolvimento inicial de plântulas de feijão inoculadas com *Rhizobium tropici*.

NUNES, F. A., ORIVALDO, A., SILVA, A. R., & SALATIÉR, B. (2000). Estirpes de *Rhizobium tropici* na inoculação do feijoeiro. *Scientia Agricola*.

Fonseca, G. G., Oliveira, D. P., Soares, B. L., Ferreira, P. A. A., Teixeira, C. M., MARTINS, F. A. D., ... & DE ANDRADE, M. J. B. (2013). Resposta de cultivares de feijoeiro-comum à inoculação das sementes com duas estirpes de rizóbio. *Bioscience Journal*, 29(6).

FRANCHE, C., LINDSTRÖM, K., & ELMERICH, C. (2009). *Nitrogen-fixing bacteria associated with leguminous and non-leguminous plants. Plant and soil*, 321(1-2), 35-59.

GAGE, D. J. (2004). Infection and invasion of roots by symbiotic, nitrogen-fixing rhizobia during nodulation of temperate legumes. *Microbiology and Molecular Biology Reviews*, 68(2), 280-300.

GONZAGA, A. C. D. O. (2017). Densidade de plantas e fornecimento de nitrogênio para a cultivar de feijão-comum superprecoce BRS FC104.

KASHYAP, A. S., PANDEY, V. K., MANZAR, N., KANNOJIA, P., SINGH, U. B., & SHARMA, P. K. (2017). *Role of plant growth-promoting rhizobacteria for improving crop productivity in sustainable agriculture*. In *Plant-Microbe Interactions in Agro-Ecological Perspectives* (pp. 673-693). Springer, Singapore.

LABORIAU, L. G. (1983). *A germinação das sementes* (No. 581.1 LAB).

MARTINS, R. N. L., NÓBREGA, R. S. A., SILVA, A. F. T., NÓBREGA, J. C. A., AMARAL, F. H. C., COSTA, E. M., ... & MARTINS, L. V. (2013). Nitrogênio e micronutrientes na produção de grãos de feijão-caupi inoculado. *Semina: Ciências Agrárias*, 34(4), 1577-1586.

MATOSO, S. C., & KUSDRA, J. F. (2014). Nodulação e crescimento do feijoeiro em resposta à aplicação de molibdênio e inoculante rizobiano. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, 18(6), 567-573.

MEIRA, F. D. A., SÁ, M. E. D., BUZETTI, S., & ARF, O. (2005). Doses e épocas de aplicação de nitrogênio no feijoeiro irrigado cultivado em plantio direto. *Pesquisa agropecuária brasileira*, 40(4), 383-388.

OLANREWAJU, O. S., GLICK, B. R., & BABALOLA, O. O. (2017). *Mechanisms of action of plant growth promoting bacteria. World Journal of Microbiology and Biotechnology*, 33(11), 197.

RAMIRES, R. V., DA SILVA BRASIL, M., DE LIMA, S. F., SIMON, C. A., ALVAREZ, R. D. C. F., & CONTARDI, L. M. (2018, May). Inoculação com rizóbio

associado ao manejo de nitrogênio em feijão comum. In *Colloquium Agrariae*. ISSN: 1809-8215 (Vol. 14, No. 1, pp. 49-57).

PARA ANÁLISE DE SEMENTES, R. R. (1992). Ministério da Agricultura e Reforma Agrária do Brasil. *Brasília: Coordenação de Laboratório Vegetal-Clav*.

RIBEIRO-OLIVEIRA, J. P., RANAL, M. A., & SANTANA, D. G. D. (2013). A amplitude amostral interfere nas medidas de germinação de *Bowdichia virgilioides* Kunth?. *Ciência Florestal*, 23(4), 623-634.

DOS SANTOS, H. G., JACOMINE, P. K. T., DOS ANJOS, L. H. C., DE OLIVEIRA, V. A., LUMBRERAS, J. F., COELHO, M. R., ... & CUNHA, T. J. F. (2018). *Sistema brasileiro de classificação de solos*. Brasília, DF: Embrapa, 2018.

SANT'ANA, E. V. P., DOS SANTOS, A. B., & DA SILVEIRA, P. M. (2010). Adubação nitrogenada na produtividade, leitura SPAD e teor de nitrogênio em folhas de feijoeiro. *Embrapa Arroz e Feijão-Artigo em periódico indexado (ALICE)*.

SANTI, A. L., BASSO, C. J., LAMEGO, F. P., FLORA, L. P. D., AMADO, T. J. C., & CHERUBIN, M. R. (2013). Épocas e parcelamentos da adubação nitrogenada aplicada em cobertura na cultura do feijoeiro, grupo comercial preto e carioca, em semeadura direta. *Ciência Rural*, 43(5), 816-822.

SOUSA, D. D., & LOBATO, E. (2004). Cerrado: correção do solo e adubação. *Planaltina: Embrapa Cerrados*, 416.

TEIXEIRA, P. C., DONAGEMMA, G. K., FONTANA, A., & TEIXEIRA, W. G. (2017). Manual de métodos de análise de solo. *Rio de Janeiro, Embrapa*. 573p.