



**CARINE GREGÓRIO MACHADO SILVA**

**MARCHA DE ABSORÇÃO DE NUTRIENTES E USO DE  
PROPICONAZOL ASSOCIADO A DOSES DE NITROGÊNIO  
NO FEIJOEIRO COMUM**

**LAVRAS-MG  
2019**

**CARINE GREGÓRIO MACHADO SILVA**

**MARCA DE ABSORÇÃO DE NUTRIENTES E USO DE PROPICONAZOL  
ASSOCIADO A DOSES DE NITROGÊNIO NO FEIJOEIRO COMUM**

Tese apresentada à Universidade Federal de Lavras, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Agronomia/Fitotecnia, área de concentração em Produção Vegetal, para a obtenção do título de Doutor.

Prof. Dr. Silvino Guimarães Moreira  
Orientador

Prof. Dr. Amilton Ferreira da Silva  
Coorientador

**LAVRAS-MG  
2019**

Ficha catalográfica elaborada pelo Sistema de Geração de Ficha Catalográfica da Biblioteca  
Universitária da UFLA, com dados informados pelo(a) próprio(a) autor(a).

Silva, Carine Gregório Machado.

Marcha de absorção de nutrientes e uso de propiconazol  
associado a doses de nitrogênio no feijoeiro comum/ Carine  
Gregório Machado Silva. - 2019.

65 p. : il.

Orientador(a): Silvino Guimarães Moreira.

Coorientador(a): Amilton Ferreira da Silva.

Tese (doutorado) - Universidade Federal de Lavras, 2019.

Bibliografia.

1. *Phaseolus vulgaris* L. 2. Demanda nutricional. 3.  
Propiconazol. I. Moreira, Silvino Guimarães. II. Silva, Amilton  
Ferreira da. III. Título.

**CARINE GREGÓRIO MACHADO SILVA**

**MARCHA DE ABSORÇÃO DE NUTRIENTES E USO DE PROPICONAZOL  
ASSOCIADO A DOSES DE NITROGÊNIO NO FEIJOEIRO COMUM**

**NUTRIENT ABSORPTION RATE AND USE OF PROPICONAZOLE ASSOCIATED  
WITH NITROGEN DOSES IN THE COMMON BEAN**

Tese apresentada à Universidade Federal de Lavras, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Agronomia/Fitotecnia, área de concentração em Produção Vegetal, para a obtenção do título de Doutor.

APROVADA em 14 de novembro de 2019.

Dra. Flávia Carvalho Santos	REHAGRO
Dr. Francisco Hélcio Canuto Amaral	REHAGRO
Dr. Guilherme Lopes	UFLA
Dr. Guilherme Vieira Pimentel	UFLA

Prof. Dr. Silvino Guimarães Moreira  
Orientador

Prof. Dr. Amilton Ferreira da Silva  
Coorientador

**LAVRAS- MG  
2019**

*À minha mãe, meu maior exemplo de vida. Ao  
meu padrasto Francisco. À minha irmã,  
sempre minha melhor amiga. Ao meu noivo  
Flávio. Ao meu pai Onésimo (in memoriam)  
Dedico.*

## AGRADECIMENTOS

A Deus, pela maravilhosa família que me deu, por me guiar e colocar no meu caminho pessoas especiais.

À minha mãe, meu exemplo de vida, e ao meu padrasto pelo amor, confiança, e por tudo que fizeram pra que eu chegasse até aqui, não medindo esforços. À minha irmã e ao meu noivo, que sempre me cuidaram e participaram ativamente de todas as etapas desta caminhada.

Às avós Ana e Carmelita, pelas orações, aos tios e tias, por tudo o que são, fizeram e fazem por mim. A todos os familiares e amigos, que sempre compreenderam minha ausência para que eu pudesse chegar até aqui.

Ao meu orientador, professor Silvino, por todos os ensinamentos, paciência e apoio para a realização desse projeto. Obrigada pela amizade e confiança. À Rosângela, Pedro e Isabela, que me acolheram e tornaram meus dias longe da família, mais fáceis!

Aos amigos que me acompanham desde a graduação, Priscilla, Matheus, Martha e Júlia, por compartilharem as alegrias e também as horas difíceis que enfrentamos durante o curso. Aos amigos da pós-graduação, Inara e Guilherme, que estiveram comigo desde o início do doutorado, me apoiando sempre. Aos alunos do Grupo de Pesquisa em Manejo de Produção- GMAP, pelo auxílio no desenvolvimento do trabalho em campo, e por compartilharmos muitos momentos felizes.

Aos funcionários do setor de Grandes Culturas, Antônio, Arnald e Edésio.

Aos mestres que passaram por toda a minha vida acadêmica, pelo conhecimento e sabedoria que me foram transmitidos.

À Universidade Federal de Lavras, pela oportunidade de realizar o doutorado no Programa de Pós-Graduação em Agronomia/Fitotecnia.

À CAPES, o presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Brasil (CAPES) – Código de Financiamento 001.

Ao CNPq, o presente trabalho foi realizado com apoio do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq).

À Agrichem, pelo auxílio no financiamento do trabalho.

A todos que contribuíram para minha formação pessoal e profissional.

**MUITO OBRIGADA!**

## RESUMO

Para a definição de um programa de adubação eficiente é importante entender a demanda nutricional das cultivares modernas de feijão-comum (*Phaseolus vulgaris* L.). O nutriente deve estar disponível para absorção na época de maior demanda pela cultura, tornando a adubação eficiente, obtendo-se maior produtividade, com economia ao produtor e menores perdas de nutrientes no ambiente. O presente estudo foi dividido em dois artigos. No primeiro artigo objetivou-se construir a curva de absorção e quantificar a exportação de nutrientes por quatro cultivares de feijão de hábito determinado (BRS FC 104 e TAA Gol) e indeterminado (TAA Dama e IPR Tuiuiú). O delineamento experimental foi em blocos ao acaso com quatro repetições. Avaliou-se o acúmulo e exportação de nutrientes pela coleta de plantas em sete épocas, sendo nos estádios vegetativo V4 (4, 6 e 8 trifólios) e reprodutivo (R5, R7, R8 e R9). Foram determinados o acúmulo de massa seca total e de nutrientes em cada estágio fenológico, a produtividade e exportação de nutrientes pelos grãos. No estágio V4 com seis e oito trifólios, a cultivar TAA Gol, que é mais precoce, apresentou desenvolvimento inicial mais rápido e maior acúmulo de massa seca e nutrientes. Em R7 a cultivar que acumulou mais massa seca e nutrientes foi a TAA Dama e, a partir de R8, não foram verificadas diferenças entre as cultivares. A exportação de nutrientes foi semelhante entre as cultivares. No segundo artigo foi investigado o efeito do uso do propiconazol como redutor de crescimento no feijoeiro, associado a diferentes doses de N em cobertura. O experimento foi conduzido em duas safras, em blocos casualizados, com três repetições em esquema de parcela subdividida. Nas parcelas foram aplicadas 4 doses de N (0, 45, 90 e 135 kg ha<sup>-1</sup>) e, nas subparcelas, o propiconazol no estágio V4, com quatro trifólios. Avaliou-se nas cultivares TAA Gol, IPR Tuiuiú, BRS MG Uai e Pérola, altura, inserção da primeira vagem, número de vagens, número de grãos, número de nós, número de ramos por planta e produtividade de grãos. O uso de propiconazol não reduziu a altura de plantas, inserção de vagens, número de vagens nós e grãos. A cultivar TAA Gol foi mais produtiva em ambas as safras. Houve incremento de produtividade com o aumento das doses de N em cobertura.

**Palavras-chave:** *Phaseolus vulgaris* L. Demanda nutricional. Propiconazol.

## ABSTRACT

To define an efficient fertilization program it is important to understand the nutritional demand of modern common bean cultivars (*Phaseolus vulgaris* L.). The nutrient must be available for absorption at the time of greatest demand for the crop, so that fertilization is efficient, obtaining greater gain, economy and producer and lower nutrient losses in the environment. The present study was divided into two articles. The first article aimed to create an absorption curve and quantify a nutrient export by four bean cultivars (BRS FC 104, TAA Gol, TAA Dama and IPR Tuíú). The experimental design was in randomized blocks with four replications. Was evaluate the nutrient accumulation and export by plant collect at V4 (4, 6 and 8 trifolium) and reproductive (R5, R7, R8 and R9) stages. Were determined total dry mass and nutrients accumulation in each phenological stage, an increase yield and export of nutrients. At stage V4, with six and eight trifoliums, TAA Gol cultivar exhibits faster initial development and greater increase in dry mass and nutrients. In R7, one cultivar that accumulated more dry mass and nutrients was a TAA Dama, and from R8 no differences were found between cultivars. Nutrient exportation was similar between cultivars. In the second article has been investigated the use of propiconazole as a growth reducer in common bean, associated with different doses of N in coverage. The experiment was carried in two crops, randomized blocks, with three replications in the split plot scheme. In the plots were applied 4 doses of N (0, 45, 90 and 135 kg ha<sup>-1</sup>) and subplots, or propiconazole in stage V4, with four trifolium. Were evaluate height, first pod insertion, number of pods, number of grains, number of nodes, number of branches per plant and grain yield. The use of propiconazole does not reduce plant height, pod insertion, pod number and grain. The cultivar TAA Gol was more productive in two crops. There was an increase in grain yield with increased doses of N in coverage.

**Keywords:** *Phaseolus vulgaris* L. Nutritional demand. Propiconazole.

## SUMÁRIO

<b>PRIMEIRA PARTE</b>	
<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO..... 10</b>
<b>2</b>	<b>REFERENCIAL TEÓRICO ..... 12</b>
<b>2.1</b>	<b>Feijão-comum (<i>Phaseolus vulgaris</i> L.) ..... 12</b>
<b>2.2</b>	<b>Absorção e exportação de nutrientes para a cultura do feijoeiro ..... 15</b>
<b>2.3</b>	<b>Respostas do feijoeiro à adubação nitrogenada ..... 17</b>
<b>2.4</b>	<b>Ação do propiconazol na planta ..... 18</b>
	<b>REFERÊNCIAS..... 21</b>
<b>SEGUNDA PARTE – ARTIGOS*..... 26</b>	
<b>ARTIGO 1 DEMANDA NUTRICIONAL E EXPORTAÇÃO DE NUTRIENTES POR CULTIVARES DE FEIJOEIRO COMUM..... 27</b>	
<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO..... 28</b>
<b>2</b>	<b>MATERIAL E MÉTODOS ..... 29</b>
<b>3</b>	<b>RESULTADO E DISCUSSÃO ..... 32</b>
<b>3.1</b>	<b>Matéria seca total e produtividade de grãos ..... 33</b>
<b>3.2</b>	<b>Acúmulo de nutrientes pelas diferentes cultivares de feijão-comum..... 35</b>
<b>3.3</b>	<b>Exportação de nutrientes pelas diferentes cultivares de feijão-comum..... 43</b>
<b>4</b>	<b>CONCLUSÕES..... 45</b>
	<b>REFERÊNCIAS..... 46</b>
<b>ARTIGO 2 DOSES DE NITROGÊNIO ASSOCIADO AO USO DE PROPICONAZOL COMO REGULADOR DE CRESCIMENTO NO FEIJOEIRO COMUM..... 49</b>	
<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO..... 50</b>
<b>2</b>	<b>MATERIAL E MÉTODOS ..... 52</b>
<b>3</b>	<b>RESULTADOS E DISCUSSÃO..... 55</b>
<b>4</b>	<b>CONCLUSÕES..... 61</b>
<b>5</b>	<b>CONSIDERAÇÕES FINAIS..... 62</b>
	<b>REFERÊNCIAS..... 64</b>

## **PRIMEIRA PARTE**

## 1 INTRODUÇÃO

O Brasil é um dos principais produtores e consumidores de feijão-comum (*Phaseolus vulgaris* L.) no mundo. O feijão é cultivado nas mais diversas regiões do país, pois a planta não apresenta sensibilidade ao fotoperíodo, podendo ser cultivado em três safras, ‘nas águas’, ‘seca’ e o ‘feijão de inverno’ (BORÉM; CARNEIRO, 2015), a depender principalmente das temperaturas máximas e mínimas e das condições hídricas locais.

Na safra 2018/2019, a produção total de feijão-comum no Brasil, considerando-se as três safras, foi de 2,4 milhões de toneladas em 1,6 milhões de hectares. A produtividade média nacional, foi em torno de 1.400 kg ha<sup>-1</sup> (CONAB, 2019).

É importante ressaltar, que a produtividade do feijoeiro na maioria das regiões produtoras, ainda é baixa, considerando que o potencial produtivo das novas cultivares registradas nos últimos anos está em torno de 3.000 kg ha<sup>-1</sup>. O feijão é uma planta considerada exigente em nutrientes, por apresentar um sistema radicular superficial, dificultando o aproveitamento de nutrientes em maiores profundidades, além de ter o ciclo de desenvolvimento curto (ROSOLEM; MARUBAYASHI, 1994).

A produção de feijão encontra-se inserida no sistema intensificado de produção de grãos, no qual se preconiza pela construção da fertilidade do solo e prática do sistema de plantio direto com sucessão e rotação de culturas. Assim, há uma melhoria nas condições químicas, biológicas e físicas do solo. A adoção desse sistema permite que as cultivares possam expressar seu potencial produtivo e, aliado ao conhecimento sobre as exigências nutricionais das cultivares modernas, é possível disponibilizar os nutrientes na quantidade correta e na época mais adequada, para melhor aproveitamento do fertilizante pela cultura, refletindo-se em economia para o produtor.

Embora existam trabalhos quantificando a absorção e exportação de nutrientes pelo feijoeiro comum, foram desenvolvidos nas décadas de 60 e 70, em condições de plantio convencional e com cultivares com potencial produtivo inferior, não refletindo a realidade do produtor atualmente. As condições de cultivo da época de desenvolvimento desses trabalhos são bastante distintas das utilizadas hoje, no qual adota-se o sistema de produção diversificado com rotação e sucessão de culturas, emprego de alta tecnologia e uso de cultivares com potencial produtivo quase quatro vezes maior.

Além disso, nos trabalhos realizados no passado, não foram considerados os diferentes hábitos de crescimento do feijão (tipo I, II e III), os quais apresentam muitas diferenças no ciclo, altura da planta, bem como na capacidade de engalhamento e acamamento. Atualmente, o produtor utiliza cultivares de diferentes tipos e precocidades, os quais devem apresentar diferenças nas exigências nutricionais e respostas à adubação nitrogenada. Há disponibilidade no mercado, cultivares do tipo I, com ciclo médio de 60 a 65 dias e outras tipo II e III, com ciclo entre 80 e 95 dias. No campo, muitas vezes não há nenhuma diferença no manejo da adubação nitrogenada e uso de reguladores de crescimento, independentemente do tipo do cultivar.

Vários produtores vêm utilizando um fungicida a base de propiconazol como regulador de crescimento no feijoeiro, com intuito de aumentar engalhamento das plantas de feijão e elevar a produtividade da cultura. No entanto, a aplicação do propiconazol que reduziria o porte da planta, muitas vezes é aliada a aplicação de altas doses de nitrogênio, que tem efeito oposto e estimula o desenvolvimento vegetativo.

É de se esperar que cultivares de ciclos e de potencial de produtividade muito distintos devam apresentar diferenças nas exigências nutricionais, bem como diferenças nas épocas de maior demanda por nutrientes. Desta forma, informações sobre as exigências nutricionais e respostas à adubação nitrogenada dos diferentes tipos de feijão são importantes para atualização dos requerimentos nutricionais e orientação das práticas de manejo da adubação, visando à expressão do potencial genético de cultivares disponibilizadas aos agricultores.

Diante do exposto, adotando-se a hipótese que o manejo das cultivares modernas de feijão deve ser diferente do adotado no passado, quando se utilizava cultivares com menor potencial produtivo e sistema de produção menos diversificado, esse trabalho foi dividido em dois artigos. No primeiro artigo objetivou-se quantificar a extração e exportação de nutrientes por cultivares de feijão-comum de diferentes grupos comerciais e hábitos de crescimento. No segundo artigo avaliou-se o uso do propiconazol como redutor do crescimento vegetativo em cultivares de hábito determinado e indeterminado, associado a diferentes doses de N aplicados em cobertura.

## 2 REFERENCIAL TEÓRICO

### 2.1 Feijão-comum (*Phaseolus vulgaris* L.)

O cultivo de feijão passou por diversas adaptações nas últimas décadas, ligadas ao melhoramento genético e manejo da produção, principalmente com a utilização de cultivares mais eretas e adoção da colheita mecanizada. Com o aumento da tecnologia empregada no cultivo de feijão, atualmente busca-se por cultivares com menor acamamento, que facilitem a colheita mecanizada, sendo essa, uma das principais características de interesse para o melhoramento genético atual do feijão (COLLICCHIO et al., 1997; CUNHA et al., 2005; MENEZES JÚNIOR et al., 2008).

Apesar dos avanços no manejo da cultura e da disponibilidade de várias cultivares com altíssimos tetos produtivos lançados nos últimos anos, os produtores ainda utilizam sementes de baixa qualidade. Estima-se que somente 20% da área cultivada de feijão do Brasil utilizam-se sementes (ABRASEM, 2016), sendo o restante, cultivado com grão salvo de outras lavouras.

Outro ponto de grande preocupação é o manejo da adubação e nutrição do feijoeiro, pois a maioria dos boletins de recomendação de corretivos e fertilizantes é antiga, e as recomendações feitas com base em condições de cultivo, muito distintas das adotadas atualmente, como é o caso da Quinta Aproximação em Minas Gerais (CHAGAS et al., 1999). Faltam informações básicas, pois as marchas de absorção de nutrientes no feijoeiro foram feitas com grupos comerciais e cultivares não mais utilizados (GALLO; MIYASAKA, 1961; HAAG et al., 1967; COBRA NETTO et al., 1971).

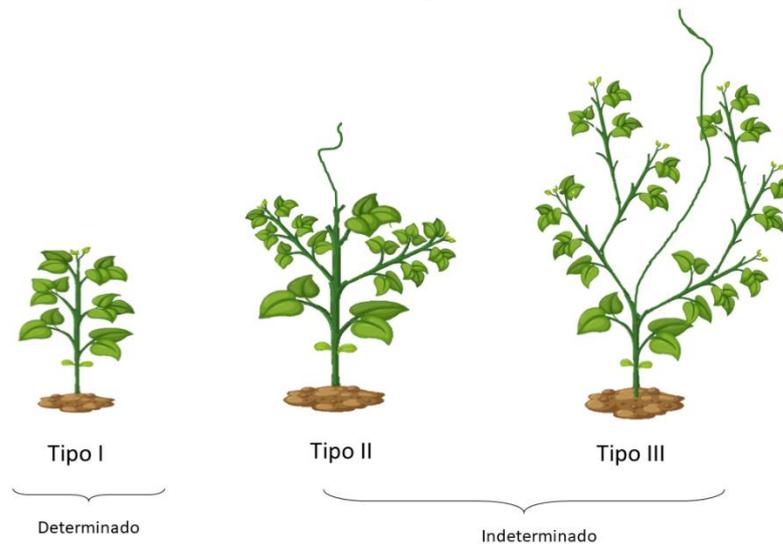
Apesar de existir mais de 10 grupos comerciais de feijão no Brasil, o grupo comercial mais consumido no país e, portanto, o mais cultivado, é o carioca - cerca de 70% da produção. Além do feijão carioca, 20% dos grãos são do tipo preto e 10% de outros tipos de grãos, produzidos principalmente nos estados das regiões Sul, Sudeste e Centro Oeste (DEL PELOSO; MELO, 2005).

A maior produção de feijão no Brasil há várias décadas concentra-se no estado do Paraná, seguido por Minas Gerais, Mato Grosso, Goiás, e Bahia. No estado de Minas Gerais, o cultivo de feijão carioca é predominante (85,2% da área e 94% da produção), sendo cultivado em praticamente todos os municípios, desde as áreas altamente tecnificadas até a

agricultura familiar de subsistência. Por sua vez, o feijão preto se concentra nas regiões da Zona da Mata, Central e Rio Doce de Minas Gerais (CONAB, 2019).

O feijoeiro é agrupado de acordo com seu hábito de crescimento, podendo ser de hábito determinado (ciclo curto de 65 a 75 dias) ou indeterminado (ciclo médio com 75 a 85 dias ou ciclo tardio com 85 a 95 dias). Tal agrupamento se divide em quatro tipos, conforme mostrado na Figura 1: tipo I, que é caracterizado por plantas com crescimento determinado, arbustivo e gema apical com terminação em uma inflorescência; tipo II, plantas com crescimento indeterminado com guia curta, ramificação ereta e fechada; tipo III, plantas com crescimento indeterminado e guia longa, ramificação aberta e; tipo IV, plantas mais volúveis, crescimento indeterminado, guia e internódios mais longos, prostrado ou trepador (VILHORDO et al., 1980; SANTOS et al., 2015).

Figura 1 - Hábitos de crescimento e tipos I, II e III de feijão-comum.



Fonte: Da autora (2019).

Dentre as cultivares mais utilizadas atualmente, destacam-se as do tipo II, que possuem um alto potencial produtivo (em média 3.000 a 4.000 kg ha<sup>-1</sup>), e por sua característica mais ereta e arbustiva, que facilita a colheita mecanizada (MELO et al., 2011). Embora as cultivares tipo III sejam menos adaptadas à colheita mecanizada, ainda são muito utilizadas, em função do potencial produtivo (ANDRADE et al., 2009; MORAES et al., 2010). Para a utilização das cultivares tipo III, alguns produtores vêm adotando tecnologias que reduzem o crescimento das plantas, como os triazóis, mas ainda sem a completa elucidação da pesquisa.

Embora ainda haja pouca disponibilidade de cultivares tipo I, mais precoces, nos últimos anos tem crescido a demanda dos produtores por estes materiais. De acordo com a Portaria nº 67, de 20 de julho de 2016 (BRASIL, 2016), que aprova o Zoneamento Agrícola de Risco Climático para a cultura de feijão 1ª safra no Estado de Minas Gerais, dentre as 44 cultivares recomendadas para semeadura no estado, na safra 2016/2017 e 2017/2018, apenas 8 são do tipo I, 15 cultivares tipo II e 7 cultivares são do tipo III. A grande maioria (25) são do grupo comercial Carioca, 8 cultivares do grupo Preto e 11 que englobam outros grupos comerciais como Jalo, Rajado, Rosinha, dentre outros.

Havendo potencial genético das cultivares utilizadas, a produtividade de qualquer cultura é diretamente ligada ao tipo de manejo adotado, sendo a fertilidade e conservação do solo, práticas de grande valor. Para um bom desenvolvimento das plantas é importante o suprimento de nutrientes em quantidades adequadas ao longo do ciclo da cultura. Para isso é fundamental conhecer os estádios de desenvolvimento das plantas de feijão, que foram descritos por Gepts e Fernández (1982) (TABELA 1).

Tabela 1 - Escala fenológica do feijoeiro comum.

Estádio	Descrição
Fase vegetativa	
V0	Germinação/emergência
V1	Cotilédones ao nível do solo
V2	Folha primária expandida
V3	Primeira folha trifoliada
V4	Terceira folha trifoliada
Fase reprodutiva	
R5	Botões florais
R6	Abertura da primeira flor
R7	Aparecimento das primeiras vagens
R8	Primeiras vagens cheias
R9	Modificação da cor das vagens (maturidade fisiológica).

Fonte: (GEPTS; FERNÁNDEZ, 1982).

O feijoeiro é bastante exigente em nutrientes e, possuindo um sistema radicular superficial e pouco ramificado (ROSOLEM; MARUBAYASHI, 1994), é preciso garantir a disponibilidade dos nutrientes nas épocas de maior demanda, evitando perdas dos nutrientes no sistema, por lixiviação e/ou volatilização.

## 2.2 Absorção e exportação de nutrientes para a cultura do feijoeiro

O estudo das curvas de absorção de nutrientes fornece informações importantes para a tomada de decisão nos programas de adubação da cultura, apresentando a época de maior demanda por cada nutriente (HAAG et al., 1967; VITTI et al., 1994; MALAVOLTA et al., 1997; FAGERIA et al., 1997). Embora existam trabalhos quantificando a absorção e exportação de nutrientes pelo feijoeiro, a grande maioria é muito antiga, desenvolvidos em condições de plantio convencional e com cultivares com potencial produtivo inferior às utilizadas atualmente (HAAG et al., 1967; COBRA NETTO et al., 1971; VIEIRA, 2009; MOREIRA, 2011).

O nitrogênio (N) é o nutriente requerido em maior quantidade pelo feijoeiro, que apesar de ser uma planta leguminosa, estudos tem mostrado que a fixação biológica do N não tem sido suficiente para suprir a demanda total pela planta (ARAÚJO, 1994; COMISSÃO TÉCNICA SUL-BRASILEIRA DE FEIJÃO, 2009; BRITO et al., 2011). Pelo fato de o N ser o nutriente absorvido e exportado em maior quantidade, exige atenção especial da pesquisa e dos produtores, em função dos custos envolvidos, pois o Brasil é um país dependente da importação de adubos.

Sobre a absorção e exportação de N pelos diferentes tipos (I, II, III e IV) há poucos dados disponíveis na literatura e ainda com algumas controvérsias. De acordo com Perez et al. (2013) e Soratto et al. (2013), para produtividades em torno de 2.500 a 3.800 kg ha<sup>-1</sup>, dependendo da cultivar avaliada, a cultura absorve cerca de 113 kg ha<sup>-1</sup> de N (no qual 65% do total absorvido é acumulado nos grãos). Esses autores trabalharam com cultivares IAC Alvorada e Pérola, ambas com hábito de crescimento indeterminado tipo III. Em trabalhos mais antigos, como apresentado por Haag et al. (1967), as cultivares eram bem menos produtivas (cultivar Chumbinho opaco, planta anã do tipo I) e extraíam uma maior quantidade de N de até 201 kg ha<sup>-1</sup>.

O potássio (K) também é requerido em grande quantidade pelo feijoeiro. De acordo com alguns estudos anteriores, é necessário à absorção total de cerca de 120 kg ha<sup>-1</sup> desse nutriente (COBRA NETO et al., 1971; PEREZ et al., 2013). No entanto, há necessidade de melhor elucidação, pois as diferenças das produtividades nos dois locais foram muito grandes, variando de 1000 a 2.684 kg ha<sup>-1</sup>, respectivamente, nos trabalhos de Cobra Netto et al. (1971) e Perez et al. (2013). Também há informações de que até 50% do total absorvido são

acumulados nos grãos (GALLO; MIYASAKA, 1961; SORATTO et al., 2013). Assim, como para o N, cultivares antigas extraem um total maior de K (HAAG et al., 1967).

A extração de cálcio (Ca) pelo feijoeiro comum é alta, variando de 52 a 102 kg ha<sup>-1</sup> de acordo com a cultivar estudada e com o hábito de crescimento, tipo I ou III (COBRA NETO et al, 1971; PEREZ et al., 2013; SORATTO et al., 2013). Apesar da alta exigência em Ca, o percentual de translocação para os grãos, de 11 a 13% é bem inferior se comparado com N e K (GALLO; MIYASAKA, 1961; SORATTO et al., 2013).

O magnésio (Mg) e enxofre (S) são extraídos em quantidades menores do que o Ca. No trabalho de Cobra Neto et al. (1971), a extração foi de 18 e 26 kg ha<sup>-1</sup> respectivamente, já nos trabalhos de Perez et al. (2013) e Soratto et al. (2013), as quantidades de Mg e S extraídas variaram em 13,5 a 17,9 kg ha<sup>-1</sup> e 5 a 16,3 kg ha<sup>-1</sup>. Por sua vez, Vieira et al. (2009) observaram que a cultivar BRS Radiante (tipo II) apresentou extração inferior para Mg e S, sendo de 5,5 e 1,96 kg ha<sup>-1</sup>, respectivamente. Variações grandes nas quantidades extraídas são observadas, principalmente, quando são cultivados materiais de grupos comerciais e porte distintos, como é o caso dos trabalhos Cobra Netto et al. (1971) que avaliaram uma cultivar do grupo de feijões especiais (Roxinho) e Perez et al. (2013) e Soratto et al. (2013) que avaliaram cultivares do grupo carioca (Pérola e IAC Alvorada).

As quantidades exportadas de Mg variaram de 27% da quantidade extraída de Mg, quando foi utilizada uma cultivar mais antiga (Chumbinho Opaco) por Gallo e Miyasaka (1961) até a 43%, quando foi utilizada a cultivar mais moderna Tipo III (IAC Alvorada) por Soratto et al. (2013). Por sua vez, no caso do S, as variações observadas entre as cultivares foram pequenas, sendo que de 45 a 50% do S absorvido pelas raízes foi translocado para os grãos (GALLO; MIYASAKA, 1961; SORATTO et al., 2013). Esses fatos demonstram a necessidade de se avaliar a demanda por nutrientes das diferentes cultivares existentes na atualidade.

De acordo com estudos desenvolvidos por Perez et al. (2013) e Soratto et al. (2013), a exportação de nutrientes para cada tonelada de grãos de feijão (Grupo Carioca), em média, foi de 27, 5, 16, 2, 2 e 1,6 kg, respectivamente para N, P, K, Ca, Mg e S. Nascente et al. (2014) observaram que o feijoeiro (cultivar Pérola) com produtividades acima de 3.000 kg ha<sup>-1</sup> acumula cerca de 12,5 kg ha<sup>-1</sup> de P. No entanto, como já comentado, há necessidade de novos estudos, pois o trabalho realizado por estes autores foi somente com a cultivar do Grupo Carioca e tipo III (cultivar Pérola e IAC Alvorada). Atualmente, são cultivados vários outros

tipos e cultivares de feijão no Brasil, sem nenhuma informação atualizada sobre a marcha de absorção de nutrientes.

Com relação à marcha de absorção e acúmulo de micronutrientes pelo feijoeiro, a quantidade de informações existentes na literatura ainda é menor. No estudo conduzido por Perez et al. (2013) Botucatu, SP, o feijoeiro carioca (Pérola) obteve produtividade média de 2.600 kg ha<sup>-1</sup> e acumulou em sua parte aérea 133 g ha<sup>-1</sup> de Cu, 453 g ha<sup>-1</sup> de Fe, 294 g ha<sup>-1</sup> de Mn e 89 g ha<sup>-1</sup> de Zn. Sendo que para cada tonelada de grãos, houve uma exportação de 6, 64, 16 e 41 g de Cu, Fe, Mn e Zn, respectivamente. Por sua vez, Pessoa et al. (2000) mostram que para cada tonelada produzida com a cultivar Ouro Negro, em Minas Gerais, eram exportados respectivamente 13, 53, 23, 33 e 1,6 de Cu, Fe, Mn, Zn e Mo. Isso demonstra a necessidade de novos estudos, com as cultivares dos diferentes hábitos de crescimento e grupos comerciais mais adotados pelos produtores.

### **2.3 Respostas do feijoeiro à adubação nitrogenada**

O N participa da composição de moléculas de ATP, NADH, NADPH, clorofila, proteínas, exercendo papel no crescimento e no incremento de produtividade (SILVA; SILVEIRA, 2000; MARSCHNER, 2012). O N é absorvido pelas plantas nas formas de NH<sub>4</sub><sup>+</sup> ou de NO<sub>3</sub><sup>-</sup>, adicionados por meio de adubação, ou através da fixação biológica do nitrogênio atmosférico em NH<sub>4</sub><sup>+</sup>, por meio da simbiose de bactérias com a planta (GERAHTY et al., 1992). Diferentemente de como ocorre na cultura da soja, a simbiose com bactérias ainda não é o suficiente para suprir toda a demanda e garantir altas produtividades, sendo necessário fornecer N na semeadura e em cobertura (HUNGRIA et al., 1991).

Caso ocorra deficiência de N, pode acarretar perdas notórias na produtividade (SILVA; SILVEIRA, 2000). O N é aplicado ao solo, parte na semeadura, e outra em cobertura, sem variações nas doses, de acordo com a exigência da cultivar, como é preconizado em todos os boletins de recomendação dos diferentes estados brasileiros e/ou regiões (COMISSÃO TÉCNICA SUL-BRASILEIRA DE FEIJÃO, RAIJ et al., 1996, CHAGAS et al., 1999). Atualmente, a quantidade de N recomendada na adubação de cobertura depende das condições de cultivo, como por exemplo, o tipo de cultura anterior, clima, além do tipo de cultivo adotado convencional ou direto. No entanto, para alcançar elevadas produtividades, diversos experimentos devem ser realizados para avaliar as respostas

das diferentes cultivares de feijoeiro, pois espera-se que o comportamento das cultivares quando submetido à adubação não sejam os mesmos.

Como os diferentes tipos de feijão apresentam ciclos, potencial produtivo, altura e arquitetura distinta, imagina-se que as cultivares de tipos I a III possam apresentar necessidades diferentes de N. Acredita-se também, que altas doses de N em cultivares do tipo II e III, possam provocar crescimento exagerado, a ponto de causar tombamentos e acamamentos (SORATTO et al., 2015).

Em trabalho realizado por Viana et al. (2015), foram necessários 98 kg ha<sup>-1</sup> de N em cobertura para alcançar a maior produtividade, em uma cultivar Carioca precoce (tipo I). Para o feijoeiro tipo II (cultivar BRS Estilo), a produtividade máxima foi observada por Guimarães et al. (2017), com aplicação de 80 kg de N ha<sup>-1</sup>. De maneira geral, em solos férteis ou de fertilidade construída, recomenda-se 20 kg de N ha<sup>-1</sup> na semeadura e no mínimo 90 kg ha<sup>-1</sup> de N na cobertura para recomposição do N exportado para se atingir 3.000 kg ha<sup>-1</sup> de grãos.

Atualmente, numa mesma propriedade rural, o produtor pode semear diferentes cultivares, como aquelas de tipo I (exemplo TAA Gol, BRS FC104), tipo II (exemplo BRS Estilo, IPR Tuiuiú, e BRS MG Uai) e do tipo III, como o TAA Dama e Pérola. Muitas vezes, utiliza um manejo de adubação muito parecido, sem considerar as diferentes cultivares, por não dispor desta informação.

Por sua vez, os produtores mais tecnificados sabem que cultivares tipo III podem sofrer acamamento, caso adotem o mesmo manejo de adubação nitrogenada utilizada nas cultivares tipo II. Para a utilização das cultivares tipo III, com grande potencial produtivo, alguns produtores têm adotado tecnologias que prometem reduzir o crescimento das plantas, como a aplicações de fungicidas triazóis (ANDRADE et al., 2013). No entanto, ainda há necessidade de estudos de campo que confirmem a real necessidade destes redutores, nas diferentes cultivares de feijão.

## **2.4 Ação do propiconazol na planta**

Os fungicidas vêm sendo utilizados ao longo do tempo para o controle de diversas doenças fúngicas em diferentes culturas agrícolas. Dentre os diferentes grupos de fungicidas, o triazol é considerado o grupo de maior importância, controlando um amplo espectro de doenças, devido sua sistematicidade e seu elevado potencial antifúngico (KIMATI, 2011). As

principais moléculas recomendadas para o feijoeiro são: bromuconazol, difenoconazol, epoxiconazol, flutiafol, metconazol, propiconazol, tebuconazol e tetraconazol (AGROFIT, 2018).

Os fungicidas a base de triazóis atuam na seletividade da membrana plasmática dos fungos, inibindo a biossíntese de ergosterol. Agem de modo curativo, impedindo o desenvolvimento de hifas e crescimento micelial dentro do mesófilo foliar, e de modo protetor, impedindo a germinação de esporos e formação do tubo germinativo (RODRIGUES, 2009.). A maior parte das moléculas são sistêmicas e são translocadas da base para o ápice da planta.

O propiconazol é um ingrediente ativo pertencente ao grupo dos triazóis, no qual age como inibidor da biossíntese de ergosterol, com ação fungicida. Esse fungicida também vem sendo utilizado com o intuito de agir como redutor de crescimento em feijoeiro comum por muitos produtores, embora exista pouca informação na literatura. Especula-se que os redutores interferem e/ou possuem a ação semelhante aos reguladores vegetais, dentre os quais destacam-se a giberelinas. As giberelinas atuam em todo processo de desenvolvimento da planta como, germinação, alongamento de entrenós e desenvolvimento de flores e frutos (TAIZ; ZEIGER, 2004; VICHIATO et al., 2007).

O propiconazol, devido sua elevada sistematicidade, tem capacidade em inibir a biossíntese de giberelina, e pode ocasionar efeitos sobre o desenvolvimento das plantas, como alterações morfológicas das folhas e redução do comprimento dos entrenós (ARTECA, 1996; VENANCIO, 2005). A inibição da biossíntese de giberelina ocorre por meio de bloqueio de enzimas monooxigenases P450 no retículo endoplasmático. Assim, atua impedindo a formação da GA12-aldeído e impedindo todo processo de formação das giberelinas, já que esta é a primeira giberelina e a precursora de todas as outras (KENDE; ZEEVAART, 1997).

Silva et al. (2003) constataram em seu trabalho, que o triazol, alcançando os meristemas subapicais, é capaz de inibir a oxidação de caureno para caurenóico, sendo o caureno, precursor do ácido giberélico. A conversão do caureno causa uma redução dos níveis de giberelinas (FLETCHER et al., 2000), o que resulta em uma redução nos processos de alongação e divisão celular, sem que ocorra citotoxicidade (SYMONS, 1989).

Mesmo com a falta de informações para as diferentes cultivares e diferentes condições edafoclimáticas, épocas de semeadura, dentre outros, o propiconazol vem sendo adotado de forma ampla por alguns produtores. Em alguns casos, tem sido aplicado de maneira indistinta

para qualquer cultivar, independentemente do tipo e hábito de crescimento. O efeito do uso do triazol é dependente da época de aplicação, assim, quando aplicado em estágio de desenvolvimento menos avançado, percebe-se ser mais eficaz na função de regulador de crescimento vegetal. Andrade et al. (2013) mostraram que a aplicação de propiconazol quando a cultura apresentava quatro trifólios, o resultado foi satisfatório, ao passo que, quando aplicado com seis trifólios, o rendimento não foi significativamente alterado.

A utilização de tais compostos, aliados às adubações nitrogenadas em altas doses deve ser melhor avaliado, pois sabe-se que a adubação com N induz o crescimento da planta. Isso porque o N é constituinte de aminoácidos e proteínas e promove a formação da clorofila, que atua na fotossíntese formando açúcares, que a planta necessita para o seu crescimento e produção de grãos e frutos (MARSCHNER, 2012). Por sua vez, alguns autores acreditam que os reguladores provocam efeito contrário, reduzindo o crescimento (diminuindo os internódios) e induzindo o engalhamento da planta (ANDRADE et al., 2013). Portanto, deve haver uma melhor combinação de doses de N, com a utilização de triazóis, que possam aumentar a produtividade do feijoeiro comum.

No estudo conduzido por Lima et al. (2011), o efeito do propiconazol como redutor de crescimento foi anulado, quando houve aplicação de elevadas doses de N, na cultivar Pérola (tipo III). A produtividade somente foi ampliada quando o propiconazol foi aplicado em combinação com somente 30 de N kg ha<sup>-1</sup> na semeadura. A aplicação total de 120 kg ha<sup>-1</sup> de N resultou em crescimento exagerado das plantas, sem alteração na produtividade.

Os resultados de Carvalho et al. (2014) mostram que para o feijoeiro conduzido na safra de inverno, o propiconazol atuou com efeito contrário ao estudo de Lima et al. (2011). Isto é, o fungicida promoveu o crescimento vegetativo das plantas de feijão cultivar IAC Carioca (tipo III). Também houve aumento do número de vagens e de grãos por vagem, resultando em aumento significativo da produção de grãos.

## REFERÊNCIAS

- ABRASEM. Associação Brasileira de Sementes e Mudas. **Anuário 2016** - Estatística da produção e comercialização de sementes no Brasil. Disponível em: <[http://www.abrasem.com.br/wp-content/uploads/2013/09/Anuario\\_ABRASEM\\_2016\\_SITE.pdf](http://www.abrasem.com.br/wp-content/uploads/2013/09/Anuario_ABRASEM_2016_SITE.pdf)>. Acesso em: 16 out. 2017.
- AGROFIT. Sistema de Agrotóxicos Fitossanitários. **Consulta de Ingrediente Ativo**. 2018. Disponível em: <[http://agrofit.agricultura.gov.br/agrofit\\_cons/principal\\_agrofit\\_cons](http://agrofit.agricultura.gov.br/agrofit_cons/principal_agrofit_cons)>. Acesso em: 29 nov. 2018.
- ANDRADE, C. A. B.; SCAPIM, C. A.; DE LUCCA, A.; MARTORELLI, D. T. Produtividade, crescimento e partição de matéria seca em duas cultivares de feijão. **Acta Scientiarum Agronomy**, v. 31, n. 4, p. 683-688, 2009.
- ANDRADE, J. P. R et al. **Controle de crescimento do feijoeiro semeado no verão/outono com aplicação do fungicida propiconazol**. Belo Horizonte: Seminário de Iniciação Científica e Tecnológica, 2013.
- ARAUJO, R. S. **Fixação biológica do nitrogênio em feijão**. Embrapa Arroz e Feijão- Documentos (INFOTECA-E), 1994.
- ARTECA, R. N. Historical aspects and fundamental terms and concepts. In: **Plant growth substances: principles and applications** ed, Arteca RN. 1996.
- BORÉM, A.; CARNEIRO, J. E. S. A cultura. In: CARNEIRO, J. E.; PAULA JUNIOR, T. J.; BOREM, A. **Feijão do plantio à colheita**. Viçosa: UFV, 2015.
- BRASIL. Diário Oficial da União. **Portaria Nº 67, de 11 de julho de 2019**. Disponível em: <[http://www.in.gov.br/web/guest/materia/-/asset\\_publisher/Kujrw0TZC2Mb/content/id/23172487/do1-2016-07-07-portaria-n-67-de-1-de-julho-de-2016-23172413](http://www.in.gov.br/web/guest/materia/-/asset_publisher/Kujrw0TZC2Mb/content/id/23172487/do1-2016-07-07-portaria-n-67-de-1-de-julho-de-2016-23172413)>. Acesso em: 20 out. 2018.
- CARVALHO, M. E. A.; DE CAMARGO CASTRO, P. R.; DE FREITAS DIAS, K. M.; JÚNIOR, M. V. D. C. F. Growth retardants in dry bean plants: impacts on the architecture, photoassimilate partition, and their consequences on the yield. **Agrarian**, v. 7, n. 25, p. 479-484, 2014.
- BRITO, M. M. P.; MURAOKA, T.; SILVA, E. C. Contribuição da fixação biológica de nitrogênio, fertilizante nitrogenado e nitrogênio do solo no desenvolvimento de feijão e caupi. **Bragantia**, v. 70, n. 1, p. 206-215, 2011.
- CHAGAS, J. M.; BRAGA, J. M.; VIEIRA, C.; SALGADO, L. T.; JUNQUEIRA NETO, A.; ARAÚJO, G. A. A.; ANDRADE, M. J. B.; LANA, R. M. Q.; RIBEIRO, A. C. Sugestões de Adubação para Grandes Culturas Anuais ou Perenes-Feijão. In: RIBEIRO, A.C.; GUIMARAES, P.T.G.; ALVAREZ V.V. H. (Eds.). **Recomendações para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais: 5ª Aproximação**. Viçosa: Comissão de Fertilidade do Solo do Estado de Minas Gerais, p. 314-316. 1999.

COBRA NETTO, A.; ACCORSI, W. R.; MALAVOLTA, E. Estudos sobre a nutrição mineral do feijoeiro (*Phaseolus vulgaris* L. var. Roxinho). **ESALQ**, v. 28, p. 257-274, 1971.

COLLICCHIO, E.; RAMALHO, M.A.P.; ABREU, A. de F.B. Associação entre o porte da planta do feijoeiro e o tamanho dos grãos. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 32, p. 297-304, 1997.

COMISSÃO TÉCNICA SUL-BRASILEIRA DE FEIJÃO. **Informações técnicas para o cultivo do feijão na Região Sul brasileira**. Florianópolis, SC: Epagri, 2010. 164 p.

CONAB. Companhia Nacional de Abastecimento. **Acompanhamento da safra brasileira de grãos**. V. 7. Safra 2019/20- N. 1 - Primeiro levantamento, outubro 2019. Disponível em: <<https://www.conab.gov.br/info-agro/safras/graos>>. Acesso em: 02 out. 2019.

CUNHA, W. G. da; RAMALHO, M. A. P.; ABREU, A. de F. B. Selection aiming at upright growth habit common bean with carioca type grains. **Crop Breeding and Applied Biotechnology**, v.5, p. 379-386, 2005.

DEL PELOSO, M. J.; MELO L. C. **Potencial de rendimento da cultura do feijoeiro comum**. Santo Antônio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão, 2005. 131p.

FAGERIA, N. K.; BALIGAR, V. C.; JONES, C. L. **Growth and mineral nutrition of field crops**. 2 ed. New York: Marcel Dekker, Inc., 1997. 624 p.

FLETCHER R. A.; GILLEY, A.; SANKHLA, N.; DAVIS, T. D. Triazoles as plant growth regulators and stress protectants. **Horticulture Review**, Nanjing, v. 24, n.1, p. 55–137, 2000.

GALLO, J. R.; MIYASAKA, S. Composição química do feijoeiro e absorção de elementos nutritivos do florescimento à maturação. **Bragantia**, v. 20, p. 867-884, 1961.

GERAHTY, N. et al. Anatomical analysis of nodule development in soybean reveals an additional autoregulatory control point. **Plant Science**, v. 58, p. 1-7 1992.

GUIMARÃES, R. A. M. et al. Resposta de cultivares de feijoeiro a adubação nitrogenada em diferentes estádios fenológicos. **Global Science and Technology**, v. 10, n. 1, 2017.

HAAG, H. P., MALAVOLTA, E.; GARGANTINI, H.; GARCIA, H. B. Absorção de nutrientes pela cultura do feijoeiro. **Bragantia**, Campinas, v. 26, p.381-91, 1967.

HUNGRIA, M.; BARRADAS, C.A.; VALLSGROVE, R.M. Nitrogen fixation, assimilation and transport during the initial growth stage of *Phaseolus vulgaris* L. **Journal of Experimental Botany**, v. 42, p. 839-844, 1991.

KENDE, H.; ZEEVAART, J. The five " Classical " plant hormones. **The plant cell**, v. 9, n. 7, p. 1197, 1997.

KIMATI, H. Controle Químico. In: AMORIN, L.; REZENDE, J.A.M.; BERGAMIN FILHO, A. (Ed.) **Manual de fitopatologia**. 4. ed. São Paulo: Agronômica Ceres, 2011. V. 1, p. 343-365.

LIMA, D. D. P.; COBUCCI, T.; KLUTHCOUSKI, J.; OLIVEIRA, P. D.; NASCENTE, A. S. Manejo de nitrogênio associado ao uso de redutor de crescimento vegetativo no feijoeiro. Embrapa Arroz e Feijão-Artigo em anais de congresso (ALICE). In: CONGRESSO NACIONAL DE PESQUISA DE FEIJÃO, 10., 2011, Goiânia. **Anais...** Goiânia: Embrapa Arroz e Feijão, 2011.

MALAVOLTA, E.; VITTI, G.C.; OLIVEIRA, S.A. **Avaliação do estado nutricional das plantas: princípios e aplicações**. Piracicaba: Associação Brasileira para a Pesquisa da Potassa e do Fosfato, 1997. 319 p.

MARSCHNER, H. **Marschner's mineral nutrition of higher plants**. Elsevier, 2012. 643 p.

MELO, L. C. et al. BRS Estilo-cultivar de feijão carioca com grãos claros, arquitetura ereta e alto potencial produtivo. Embrapa Arroz e Feijão-Artigo em anais de congresso (ALICE). In: CONGRESSO NACIONAL DE PESQUISA DE FEIJÃO, 10., 2011, Goiânia. **Anais...** Goiânia: Embrapa Arroz e Feijão, 2011.

MENEZES JÚNIOR, J. A. N. de; RAMALHO, M. A. P.; ABREU, A. de F. B. Seleção recorrente para três caracteres do feijoeiro. **Bragantia**, v. 67, p. 833-838, 2008.

MORAES, M.T.; BARRO, E.; MENEGAT, N. R. V.; FABBRIS, C.; CHERUBIN, M. R.; BASSO, C. J.; LAMEGO, F. P.; SANTI, A. L. Produtividade de feijoeiro de diferentes hábitos de crescimento no norte do RS. In: SIMPÓSIO DE ENSINO, PESQUISA E EXTENSÃO UNIFRA. 2010, 14., Santa Maria. **Anais...** Santa Maria: Ensino, Pesquisa e Extensão. Responsabilidade Socioambiental. v. 1, 2010.

MOREIRA, G. B. L. **Rendimento de grãos e absorção de nutrientes em feijoeiro em função de doses de nitrogênio em semeadura e cobertura 57**. 2011. 62 p. Dissertação (Mestrado em Produção Vegetal) - Universidade Estadual de Montes Claros, Janaúba, 2011.

NASCENTE, A. S.; COBUCCI, T.; DE SOUSA, D. M. G.; DE PAIVA LIMA, D. Produtividade do feijoeiro comum afetada por fontes de fósforo com ou sem cálcio. **Revista de Ciências Agrárias/Amazonian Journal of Agricultural and Environmental Sciences**, v. 57, n. 2, p. 180-185. 2014.

PEREZ, A. A. G.; SORATTO, R. P.; MANZATTO, N. P.; SOUZA, E. F. C. Extração e exportação de nutrientes pelo feijoeiro adubado com nitrogênio, em diferentes tempos de implantação do sistema plantio direto. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 37, p. 1276-1287, 2013.

PESSOA, A. D. S.; RIBEIRO, A. C.; CHAGAS, J. M.; CASSINI, S. T. A. Concentração foliar de molibdênio e exportação de nutrientes pelo feijoeiro Ouro Negro. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 24, n. 1, 2000.

RAIJ, B.V.; CANTARELLA, H.; QUAGGIO, J.A. FURLANI, A.M.C. **Recomendações de adubação e calagem para o Estado de São Paulo**, 2. ed. Campinas: Instituto Agronômico, 1996. 285p. (Boletim técnico, 100).

RODRIGUES, M. A. T. **Avaliação do efeito fisiológico do uso de fungicidas na cultura de soja**. 2009. Tese (Doutorado em Fitotecnia) - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, São Paulo, 2009.

ROSOLEM, C. A.; MARUBAYASHI, O. M. Seja o doutor do seu feijoeiro. **Informações Agronômicas**, v. 6, p. 1-16, 1994.

SANTOS, J. B.; GALVILANES, M. L.; VIEIRA, R. F.; PINHEIRO, L. R. Botânica. In: CARNEIRO, J. E.; PAULA JUNIOR, T. J.; BOREM, A. **Feijão do plantio à colheita**. Viçosa: UFV, 2015.

SILVA, C. C. da; SILVEIRA, P. M. da. Influência de sistemas agrícolas na resposta do feijoeiro (*Phaseolus vulgaris* L.) irrigado à adubação nitrogenada em cobertura. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, Goiânia, v. 30, n. 1, p. 86-96, 2000.

SILVA, C. M. M. S.; FAY, E. F.; VIEIRA, F.V. Degradação do paclobutrazol em solos tropicais. **Pesq. Agropec. Bras.**, v. 38, p. 1223-1227, 2003.

SORATTO, R. P.; DE SOUZA-SCHLICK, G. D.; FERNANDES, A. M.; DE OLIVEIRA, L. F. F. A. Crescimento e produtividade de duas cultivares de feijão em função de doses de ácido 2, 3, 5-triodobenzoico. **Ciência Rural**, v. 45, n. 12, p. 2181-2186, 2015.

SORATTO, R. P.; FERNANDES, A. M.; SANTOS, L. A.; JOB, A. L. G. Nutrient extraction and exportation by common bean cultivars under different fertilization levels: i – macronutrients. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 37, p. 1027-1042, 2013.

SYMONS, P. R. R. **Paclobutrazol**: its application and effect on aspects of plant morphology, anatomy, biochemistry and physiology. Pietermaritzburg, Department of Horticultural Science, University of Natal, 1989. 82 p.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia vegetal**. Porto Alegre: Artmed, 2013.

VENANCIO, W. S.; RODRIGUES, M. A. T.; SOUZA, N. L. BEGLIOMINI, E.; PERES, N. A. Efeitos fisiológicos de fungicidas sobre plantas. **Revisão anual de patologia de plantas**. Passo fundo: RAPP, 2005.

VIANA, T. de O. et al. Adubação do feijoeiro cultivado no norte de Minas Gerais com nitrogênio e fósforo. **Ceres**, v. 58, n. 1, 2015.

VICHIATO, M. R. M.; VICHIATO, M.; CASTRO, D. M.; DUTRA, L. F.; PASQUAL, M. Alongamento de plantas de *Dendrobium nobile* Lindl. com pulverização de ácido giberélico. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 31, n. 1, p. 16-20, 2007.

VIEIRA, N. M. B.; ANDRADE, M. J. B.; CARVALHO, L. P.; REZENDE, P. M. Accumulation of macronutrients by different common bean cultivars grown in different plant densities in no-tillage crop system. **Annual Report of the Bean Improvement Cooperative**, v. 52, n. 1, p. 132-133, 2009.

VILHORDO, B. W.; MULLER, L.; EVALD, L. F.; LEÃO, M. Hábito de crescimento em feijão (*Phaseolus vulgaris* L.). **Agronomia Sulriograndense**, Porto Alegre, v. 16, p. 79-98, 1980.

VITTI, G. C.; BOARETTO, A. E.; PENTEADO, S. R. Fertilizantes e fertirrigação. In: **SIMPÓSIO SOBRE FERTILIZANTES FLUIDOS**, 1, 1993, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba: Associação Brasileira para Pesquisa da Potassa e do Fosfato, p. 261-80, 1994.

**SEGUNDA PARTE – ARTIGOS\***

## ARTIGO 1 DEMANDA NUTRICIONAL E EXPORTAÇÃO DE NUTRIENTES POR CULTIVARES DE FEIJOEIRO COMUM

### NUTRITIONAL REQUIREMENT AND NUTRIENT EXPORT BY COMMON BEAN

#### RESUMO

O conhecimento da exigência nutricional das atuais cultivares de feijão, bem como a época de maior demanda por cada nutriente é fundamental, pois aplicação da dose correta de nutrientes, no momento adequado aumenta a eficiência de utilização dos nutrientes pela planta e reflete em economia para o produtor. Objetivou-se quantificar a extração e exportação de nutrientes por cultivares de feijão-comum de diferentes grupos comerciais e hábitos de crescimento. O experimento foi conduzido em delineamento experimental de blocos ao acaso com quatro repetições, utilizando-se quatro cultivares de feijão-comum (*Phaseolus vulgaris* L.) TAA Gol, BRS FC 104, IPR Tuiuiú, TAA Dama. Para a avaliação do acúmulo e exportação de nutrientes coletou-se plantas nos estádios vegetativo (V4, com 4, 6 e 8 trifólios) e reprodutivo (R5, R7, R8 e R9). Determinou-se o acúmulo de massa seca total e de nutrientes e em cada estágio fenológico citado, bem como a produtividade e exportação de nutrientes pelos grãos. Foram construídas curvas de absorção de nutrientes em função do estágio fenológico da cultura. Os dados experimentais foram submetidos a análises de variância, para verificar a existência de diferenças na absorção de nutrientes entre as cultivares. Ocorreram diferenças no acúmulo de massa seca e de nutrientes entre as cultivares somente nos estádios iniciais de desenvolvimento (V4 com seis e oito trifólios). A TAA Gol apresentou maior acúmulo de quase todos os nutrientes do que as demais cultivares nesses dois estádios iniciais, demonstrando maior necessidade de nutrientes na fase vegetativa, possivelmente devido ao seu maior desenvolvimento inicial, em função de sua maior precocidade. Em R7, a cultivar que acumulou mais massa seca e nutrientes foi a TAA Dama e, a partir de R8 não foram verificadas diferenças. A exportação de nutrientes foi semelhante entre as cultivares, porém, a porcentagem translocada para os grãos foi menor na cultivar TAA Dama.

**Palavras-chave:** *Phaseolus vulgaris* L. Acúmulo de nutrientes. Produtividade.

#### ABSTRACT

Knowledge of the nutritional requirement of the present bean cultivars, as well as the time of greatest demand for each nutrient is essential, because application of the correct nutrient dose at the right time increases the efficiency of nutrient utilization by the plant and reflects in savings for producer. The objective was to quantify nutrient extraction and exportation by common bean cultivars of different commercial groups and growth habits. The experiment was conducted in a randomized block design with four replications, using four common bean (*Phaseolus vulgaris* L.) cultivars TAA Gol, BRS FC 104, IPR Tuiuiú, TAA Dama. To evaluate nutrient accumulation and exportation, plants were collected at the vegetative (V4, 4, 6 and 8 trifolium) and reproductive (R5, R7, R8 and R9) stages. The accumulation of total dry mass and nutrients and at each phenological stage were determined, as well as the productivity and exportation of nutrients by grains. Nutrient absorption curves were constructed as a function of the phenological stage of the crop. The experimental data were

subjected to analysis of variance to verify the existence of differences in nutrient absorption between cultivars. Differences in dry matter and nutrient accumulation occurred between cultivars only in the early stages of development (V4 with six and eight trifoliums). The TAA Gol presented greater accumulation of almost all nutrients than the other cultivars in these two initial stages, demonstrating a greater need for nutrients in the vegetative phase, possibly due to its higher initial development, due to its earlier precocity. In R7, the cultivar that accumulated more dry mass and nutrients was TAA Dama, and from R8 no differences were found. Nutrient exportation was similar among cultivars, however, the translocated percentage to grains was lower in TAA Dama cultivar.

Key-word: *Phaseolus vulgaris* L. Nutrient accumulation. Grain yield.

## 1 INTRODUÇÃO

O Brasil se destaca dentre os maiores produtores e consumidores de feijão-comum (*Phaseolus vulgaris* L.) no mundo (FAO, 2017), principalmente dos tipos comerciais carioca, preto e vermelho (CONAB, 2019). Embora tenha havido uma mudança significativa nos tipos comerciais de feijão consumidos no Brasil a partir da década de 70, passando, principalmente, a consumir feijão tipo carioca, em detrimento dos antigos tipos comerciais roxo, mulatinho, dentre outros, a maioria dos estudos relativos à marcha de absorção de nutrientes são antigos (HAAG et al., 1967; COBRA NETTO, 1967; VIEIRA, 2009; MOREIRA, 2011). Para cultivares do tipo comercial carioca poucos estudos foram realizados sobre sua demanda nutricional e marcha de absorção de nutrientes.

A partir do início dos anos 2000, com a necessidade de mecanização da cultura, os programas de melhoramento do país passaram a desenvolver cultivares mais precoces, eretas e com maturidade mais uniforme (MELO et al., 2011). Desta forma, as cultivares mais prostradas e tardias (tipo III), vem sendo substituída por outras mais eretas e precoces (RIBEIRO; HOFFMANN JUNIOR; POSSEBON, 2004; BURATTO et al. 2007), denominadas de Tipo I e Tipo II.

Nos últimos quinze anos foram registradas aproximadamente 160 novas cultivares, sendo 50 delas lançadas entre 2015 e 2019 (RNC-Registro Nacional de Cultivares, 2019). Dentre elas, foram lançadas cultivares de hábito determinado (Tipo I) e indeterminado (tipos II e III) dos mais diversos grupos comerciais. Analisando-se esses cultivares, foi possível observar que houve uma grande preocupação em lançar novos materiais selecionados e

melhorados, com ciclo mais precoce e potencial produtivo mais alto que as antigas. No entanto, praticamente não há nenhuma informação sobre a real exigência nutricional e épocas de maior demanda por nutrientes.

Consultando a literatura, observa-se que as pesquisas relacionadas a essas novas cultivares são voltadas para melhorias no desempenho agrônomo, como estudos sobre densidades de semeadura e exigência hídrica (SOARES et al., 2016, MORAIS et al., 2017, MORAES, 2019). Os trabalhos sobre adubação, em sua maioria, são com adubação nitrogenada sem mostrar exigência pelos demais macro e micronutrientes (FRANCO et al., 2008, MOREIRA, 2011, VIANA et al., 2011). Isso dificulta o manejo da adubação de forma diferenciada dependendo do hábito e tipo de crescimento da cultivar.

Acredita-se que haja diferenças tanto na curva de absorção de nutrientes (extração), quanto na taxa de acúmulo de massa seca, bem como na quantidade de nutrientes exportados entre as cultivares de diferentes ciclos. No entanto, não há informações na literatura sobre as cultivares precoces, com ciclo entre 60 e 70 dias, como a TAA Gol e superprecoces (ciclo menor ou igual a 65 dias), como a BRS FC 104, utilizadas no presente estudo. Também são desconhecidas informações sobre a absorção de nutrientes por cultivares modernas dos tipos comerciais preto, como IPR Tuiuiú (tipo II), e as exigências nutricionais de cultivares de ciclo mais longo com alto potencial produtivo, como TAA Dama (tipo III).

Nos programas de adubação do país, disponibilizados através dos boletins, todos as cultivares, independentemente do tipo (I, II ou III) ou grupo comercial, recebem o mesmo tratamento quanto às quantidades de nutrientes a serem fornecidos, bem como as épocas de adubação. Diante disso, objetivou-se quantificar a extração e exportação de nutrientes por cultivares de feijão-comum de diferentes grupos comerciais e hábitos de crescimento.

## **2 MATERIAL E MÉTODOS**

O experimento foi conduzido no Centro de desenvolvimento Científico e Tecnológico da UFLA (Fazenda Muquém), no município de Lavras-MG, na safra agrícola 2017/2018. O solo do local é caracterizado como Latossolo Vermelho Amarelo com textura argilosa (EMBRAPA, 2013). Os atributos químicos do solo da área antes da correção do solo são apresentados na Tabela 1. A temperatura média diária, intensidades e distribuições das chuvas durante a condução do experimento são apresentadas na Figura 1.

Antes da semeadura do feijão foram aplicados 3 t ha<sup>-1</sup> de calcário dolomítico com 38% de CaO e 12% de MgO, PN de 98%; RE de 85% e PRNT de 85%. O corretivo foi aplicado na superfície e sem incorporação, por se tratar de uma cultura manejada sob sistema de plantio direto (CAIRES, 2013).

O experimento foi conduzido em delineamento experimental de blocos ao acaso com quatro repetições. Cada parcela tinha dimensão de 28,8 m<sup>2</sup>, pois era composta por oito linhas com 6 metros de comprimento, espaçadas a 0,6 m. Como área útil da parcela foram adotadas as quatro linhas centrais, deixando-se 1 m de bordadura em cada extremidade das linhas, totalizando-se 9,6 m<sup>2</sup>. Na área útil utilizaram-se duas linhas para coletas de plantas ao longo do ciclo da cultura, e outras duas para estimar a produtividade de grãos.

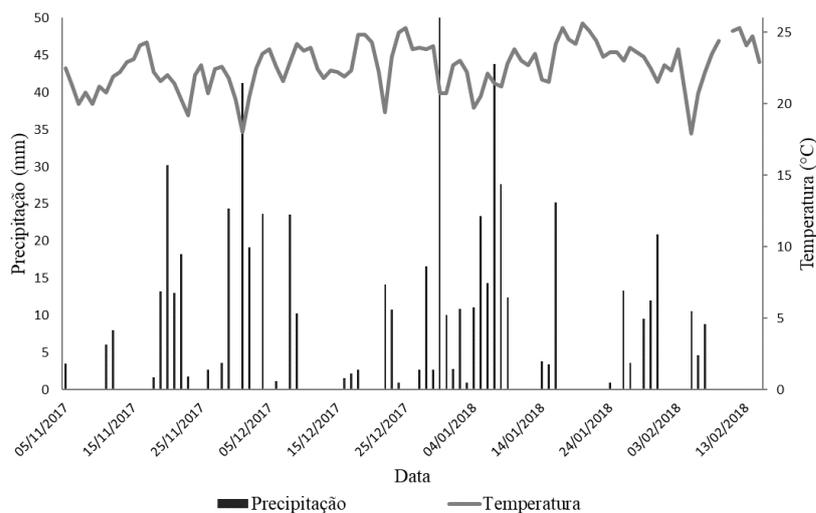
Tabela 1 - Atributos químicos do solo nas profundidades de 0 a 20 e 20 a 40 cm de profundidade, antes da implantação do experimento. Lavras-MG, 2017.

	pH	P	K	Ca	Mg	S	B	Cu	Fe	Mn	Zn
	água	—mg dm <sup>-3</sup> —		—cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup> —		mg kg <sup>-1</sup>	—mg dm <sup>3</sup> —				
0-20	5,7	31,2	153,1	2,9	0,8	0,13	0,3	0,6	63,5	12,1	6,6
20-40	5,1	7,4	68,1	1,6	0,4	8,2	0,3	3,2	67,4	6,6	2,4
	Al <sup>3+</sup>	H+Al	SB	t	T	V	M	M.O			
	—cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup> —					— % —	— dag kg <sup>-1</sup> —				
0-20	0	4,1	4,1	4,1	8,2	50,2	0,05	2,1			
20-40	0,17	4,2	2,2	2,4	6,4	34,9	6,8	1,6			

SB=soma de bases, V=saturação por bases, m=saturação por alumínio; M.O=matéria orgânica.  
<sup>1</sup>Mehlich-1

Fonte: Da autora (2019).

Figura1 - Índice de precipitação na Estação Climatológica Principal de Lavras-MG, 2019.



Fonte: Da autora (2019).

Utilizou-se quatro cultivares de feijão-comum com alto potencial produtivo. Duas do tipo I (TAA Gol e BRS FC 104, grupo comercial carioca), uma do tipo II (IPR Tuiuiú, grupo preto) e uma do tipo III (TAA Dama, grupo carioca). No dia da sementeira, as sementes foram tratadas com Standak Top® (piraclostrobina 25 g L<sup>-1</sup>, tiofanato metílico 225 g L<sup>-1</sup>, fipronil 250 g L<sup>-1</sup>). Para as cultivares tipo I, a densidade de sementeira foi de 270 mil sementes, para tipo II 220 mil e para tipo III, 170 mil sementes ha<sup>-1</sup>.

A sementeira ocorreu no dia oito de novembro de 2017, sendo a adubação de base realizada conforme recomendações de Sousa e Lobato (2004), visando-se alcançar a produtividade de cerca de 60 sacas por hectare, conforme a produtividade de feijão dos produtores de alta tecnologia do estado de Minas Gerais. Desta forma, na adubação de sementeira, aplicaram-se 26 kg ha<sup>-1</sup> de N e 124 kg ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, utilizando-se como fonte o NPK 08-38-00, contendo 18% de S, 0,45% de Zn, 0,45 % de Mn, 0,15% de Cu e 0,15% de B. A adubação potássica foi realizada a lanço, logo após a sementeira, com 50 kg ha<sup>-1</sup> de K<sub>2</sub>O. A cobertura nitrogenada foi realizada quando o feijão emitiu o terceiro trifólio (estádio V4), com 90 kg ha<sup>-1</sup> de N, utilizando-se ureia.

Durante todo o ciclo da cultura, foram realizados monitoramentos periódicos para o controle de plantas daninhas, doenças e pragas. O controle de insetos foi efetuado com aplicação de tiametoxam (141 g L<sup>-1</sup>), na dose de 100 mL ha<sup>-1</sup>. Para o controle de plantas daninhas de folhas estreitas utilizou-se o herbicida Fusilade® na dose de 1 L ha<sup>-1</sup>. Para o controle de plantas daninhas de folhas largas, utilizou-se a mistura dos herbicidas Flex® (500 mL ha<sup>-1</sup>) e Amplo® (500 mL ha<sup>-1</sup>). Além disso, quando necessário efetuou-se o arranquio manual de plantas remanescentes, evitando-se que as mesmas prejudicassem o desenvolvimento normal das plantas. Após um grande volume de chuvas (cerca de 260 mm acumulados em 30 dias) a cultivar TAA Gol mostrou-se bastante suscetível ao crestamento bacteriano, observação feita aos 56 dias após a sementeira, quando a cultivar se encontrava no estágio R8.

Para avaliação do acúmulo de nutrientes, as plantas foram coletadas nos seguintes estádios fenológicos: V4 (4, 6 e 8 trifólios), R5, R7, R8 e R9. As plantas foram cortadas rente ao solo e, de acordo com cada estágio, separadas em folha, caule, vagens e grãos. As épocas e procedimentos de coleta encontram-se descritos na Tabela 2. A cultivar TAA Gol com 8 trifólios por ser bastante precoce já apresentava algumas plantas com botões florais. Portanto, para essa cultivar ficou determinado a época de coleta '8 trifólios/R5'.

Tabela 2 - Épocas de coleta e separação de partes das plantas de feijão.

<b>Estádio Fenológico</b>	<b>Procedimento de coleta</b>
V4- 4 trifólios	Avaliação da planta inteira.
V4- 6 trifólios	Avaliação da planta inteira.
V4- 8 trifólios	Avaliação da planta inteira.
R5	Avaliação de compartimentos separados: Folha e caule.
R7	Avaliação de compartimentos separados: Folha e Caule.
R8	Avaliação de compartimentos separados: Folha, Caule e Vagens (com grãos)
R9	Avaliação de compartimentos separados: Folha, Caule, Vagens e Grãos

Fonte: Da autora (2019).

Determinou-se o acúmulo de massa seca e de nutrientes total, e em cada estágio fenológico, bem como a exportação de nutrientes pelos grãos. Para isso, o material vegetal foi seco em estufa a 65 °C, posteriormente moído e enviado ao laboratório para análise química de N, P, K, Ca, Mg, S, B, Cu, Fe, Mn e Zn. A produtividade de grãos foi determinada a partir da colheita de duas linhas de seis metros e a umidade dos grãos padronizada para 13%.

Foram construídas curvas de absorção de nutrientes em função do estágio fenológico da cultura. Os dados experimentais foram submetidos a análises de variância, para se verificar a existência de diferença de absorção de nutrientes entre as cultivares em cada estágio fenológico. Quando houve efeito significativo, realizou-se o teste de agrupamento de médias de Scott-Knott, a 5% de probabilidade, para comparação dos tratamentos, utilizando-se o programa SISVAR (FERREIRA, 2011).

### **3 RESULTADO E DISCUSSÃO**

A fim de facilitar e simplificar a apresentação dos resultados e discussão optou-se em dividir os resultados em tópicos. Dessa forma, posteriormente, serão apresentados os dados, seguidos da discussão, referentes à produção de massa seca e grãos. Na sequência, serão apresentados e discutidos os dados sobre acúmulo e exportação de nutrientes.

### 3.1 Matéria seca total e produtividade de grãos

A produção total de massa seca (MS) obtida em R9 e produtividade de grãos, não variaram de forma significativa entre as cultivares (TABELA 3). As produtividades médias de grãos e de MS foram de 2.782 e 5.572 kg ha<sup>-1</sup> respectivamente. As cultivares do grupo carioca e tipo I, BRS FC 104 e TAA Gol produziram em média 5.096 e 5.679 kg ha<sup>-1</sup> de MS, respectivamente. A cultivar IPR Tuiuiú, do grupo preto, obteve 5.884 kg ha<sup>-1</sup>. Apesar de a cultivar TAA Dama ser de crescimento indeterminado e com maior tendência de crescimento vegetativo, quando comparado as cultivares do tipo I e II, essa produziu 5.708 kg ha<sup>-1</sup> não se diferindo estatisticamente dos demais.

Tabela 3 - Acúmulo de massa seca total nos estádios vegetativos e reprodutivos do feijoeiro, e produtividade de grãos (Prod.) das cultivares TAA Dama, BRS FC 104, TAA Gol e IPR Tuiuiú. Lavras, MG, 2019.

Cultivar	4	6	8	R5	R7	R8	R9	Prod.
	Trifólios	Trifólios	Trifólios <sup>1</sup>					
	kg ha <sup>-1</sup> (%) <sup>2</sup>							
<b>TAA Dama</b>	405a (7)	504b (9)	795b (14)	1.048a (18)	2.800a (49)	5.113a (90)	5.709a	2.748 a
<b>IPR Tuiuiú</b>	500a (8)	541b (9)	769b (13)	823a (14)	1.849b (31)	3.710a (63)	5.885a	2.806 a
<b>BRS FC 104</b>	527a (10)	391b (8)	600b (12)	859a (17)	1.557b (31)	3.383a (66)	5.097a	3.016 a
<b>TAA Gol</b>	540a (10)	715a (13)	1.268a (22)	ND*	2.098b (37)	3.741a (66)	5.679a	2.549 a
<b>CV (%)</b>	18,1	15,0	15,5	15,2	20,0	25,1	10,5	11,9

Médias seguidas da mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott a 5% de significância. <sup>1</sup>Para cultivar TAA Gol esse estágio corresponde a 8Trifólios/R5. <sup>2</sup>Valores entre parênteses representam a porcentagem de massa seca acumulada em cada estágio fenológico. \*Não determinado.

Fonte: Da autora (2019).

Observa-se que a produção de MS no início do ciclo do feijoeiro é reduzida (14 a 18% dependendo da cultivar) até R5. A partir do florescimento ocorre um incremento maior de MS, principalmente na cultivar TAA Dama chegando a 49% em R7, que é quando inicia-se a produção de vagens. Cultivares de ciclo mais curto apresentam desenvolvimento inicial mais rápido do que cultivares de ciclo longo, em função da menor exigência térmica para atingir cada estágio fenológico. Esse fato foi demonstrado por Teixeira et al. (2015), onde a cultivar BRS Radiante (tipo I) apresentou desenvolvimento vegetativo mais rápido, com o acúmulo de

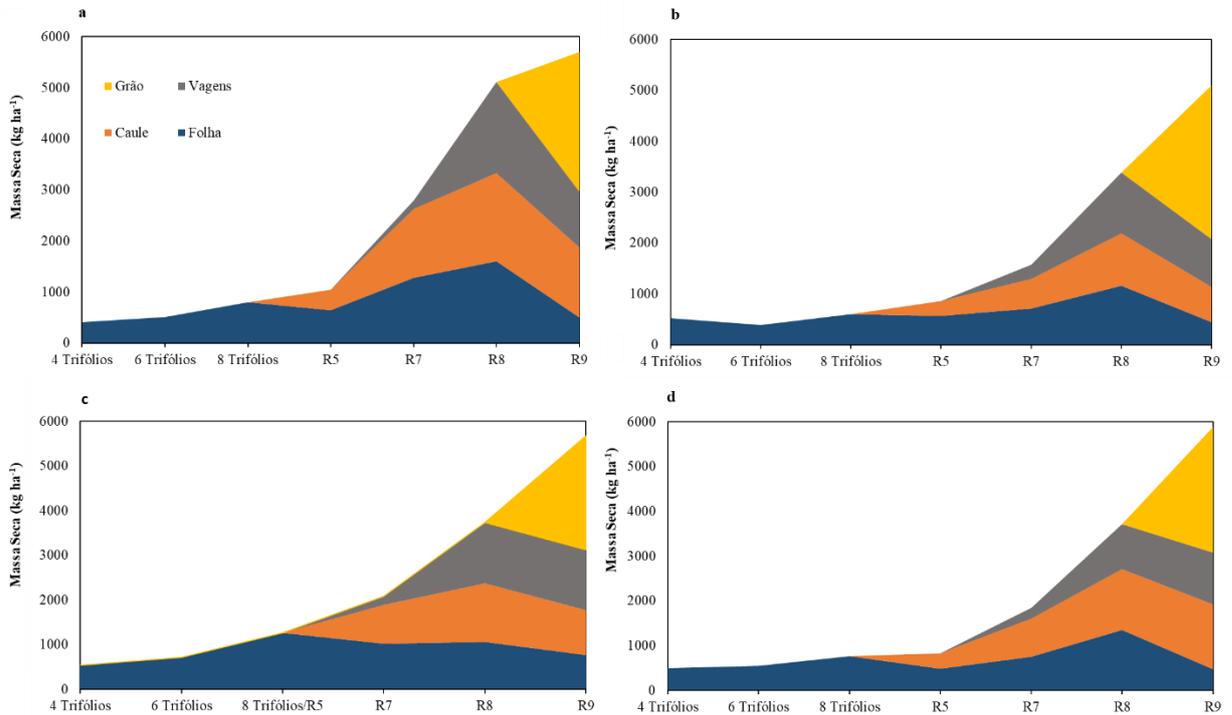
207,3 graus-dia entre a emergência e o estágio V4, enquanto a cultivar Pérola (tipo III) necessitou de 249,1 graus-dia. Cultivares de hábito indeterminado, de ciclo mais longo, apresentam incremento de MS total mais lento no início do ciclo até o florescimento, atingindo máxima taxa de crescimento absoluto próximo à floração (ANDRADE et al., 2009; BRITO et al., 2009).

Em R8, fase em que ocorre o enchimento de grãos, os ganhos em massa aumentam consideravelmente chegando a 90% para TAA Dama e em torno de 65% para as demais, atingindo-se máxima produção em R9 (maturidade fisiológica). O maior acúmulo de MS pela cultivar TAA Dama era esperado pelo fato de se tratar de uma cultivar de hábito de crescimento indeterminado, tipo III, pois possui crescimento vegetativo intenso apresentando sobreposição das fases vegetativa e reprodutiva (CANDAL NETO; VIEIRA, 1994, NÓBREGA et al., 2001, BRITO et al., 2009).

A produção de MS de folhas e caule foi crescente em todas as cultivares até R8, a partir dessa fase houve uma queda na MS desses compartimentos, devido a perda de folhas e direcionamento dos fotoassimilados para folhas mais novas e grãos, levando-se ao aumento da MS de grãos até atingir a maturidade fisiológica (FIGURA 2). Esse mesmo comportamento foi observado por Nascente et al. (2016), em cultivares de ciclo superprecoce (IPR Colibri, e as cultivares experimentais CNFC 15873, CNFC 15874 e CNFC 15875). Andrade et al. (2009) também observaram queda na massa seca de folhas das cultivares Ouro Negro e BRS MG Talismã a partir dos 51 dias após a emergência, no estágio fenológico R7.

A produtividade de grãos de todas as cultivares (TABELA 3) foi maior que 2.500 kg ha<sup>-1</sup>, bem acima da média nacional (feijão cores e preto) da safra 2018/2019, que foi de 1.400 kg ha<sup>-1</sup> (CONAB, 2019). A cultivar carioca BRS FC 104 tem apresentado produtividades satisfatórias na região sul de Minas Gerais, mesmo ocorrendo períodos com pouca chuva durante o ciclo. Por ser uma cultivar precoce há possibilidade de aproveitar mais eficientemente a umidade e nutrientes disponíveis na solução do solo devido seu menor tempo de cultivo. Segundo estudo da Embrapa, ela pode completar seu ciclo com 65 dias (MELO et al., 2017). No entanto, no atual estudo o ciclo da cultivar foi 77 dias, mostrando que há diferença no ciclo da cultivar com a região, pois a temperatura local influencia no acúmulo da soma térmica pela cultivar, afetando diretamente o ciclo da planta.

Figura 2 - Acúmulo de massa seca pelo feijoeiro nos diferentes compartimentos (folha, caule, vagens e grãos) da cultivares TAA Dama (a), BRS FC 104 (b), TAA Gol (c) e IPR Tuiuiú (d). Lavras, MG, 2019.



Fonte: Da autora (2019).

### 3.2 Acúmulo de nutrientes pelas diferentes cultivares de feijão-comum

As cultivares de feijão apresentaram diferenças no acúmulo de macro e micronutrientes durante as fases vegetativa e reprodutiva (TABELA 4 e FIGURAS 3, 4, 5 e 6). As principais diferenças foram observadas na fase vegetativa, no estágio V4, quando as plantas encontravam com seis a oito trifólios. De forma geral, a cultivar TAA Gol, que é mais precoce, acumulou mais nutrientes do que as demais nesse estágio de desenvolvimento.

O fato da cultivar TAA Gol ter acumulado mais nutrientes na fase inicial já era esperado, devido a sua maior precocidade em relação às cultivares TAA Dama e IPR Tuiuiú. No entanto, o BRS FC 104 que tem precocidade semelhante ao TAA Gol (65-70 dias) acumulou quantidades semelhantes de nutrientes às cultivares de ciclo normal (TAA Dama e IPR Tuiuiú). Isso mostra a importância de se conhecer a marcha de absorção de cada cultivar, a fim de se evitar generalizações.

Quando a cultivar TAA Gol se encontrava no estágio V4 com seis trifólios, já apresentou maior acúmulo de MS que as demais, inclusive do que BRS FC 104, com ciclo

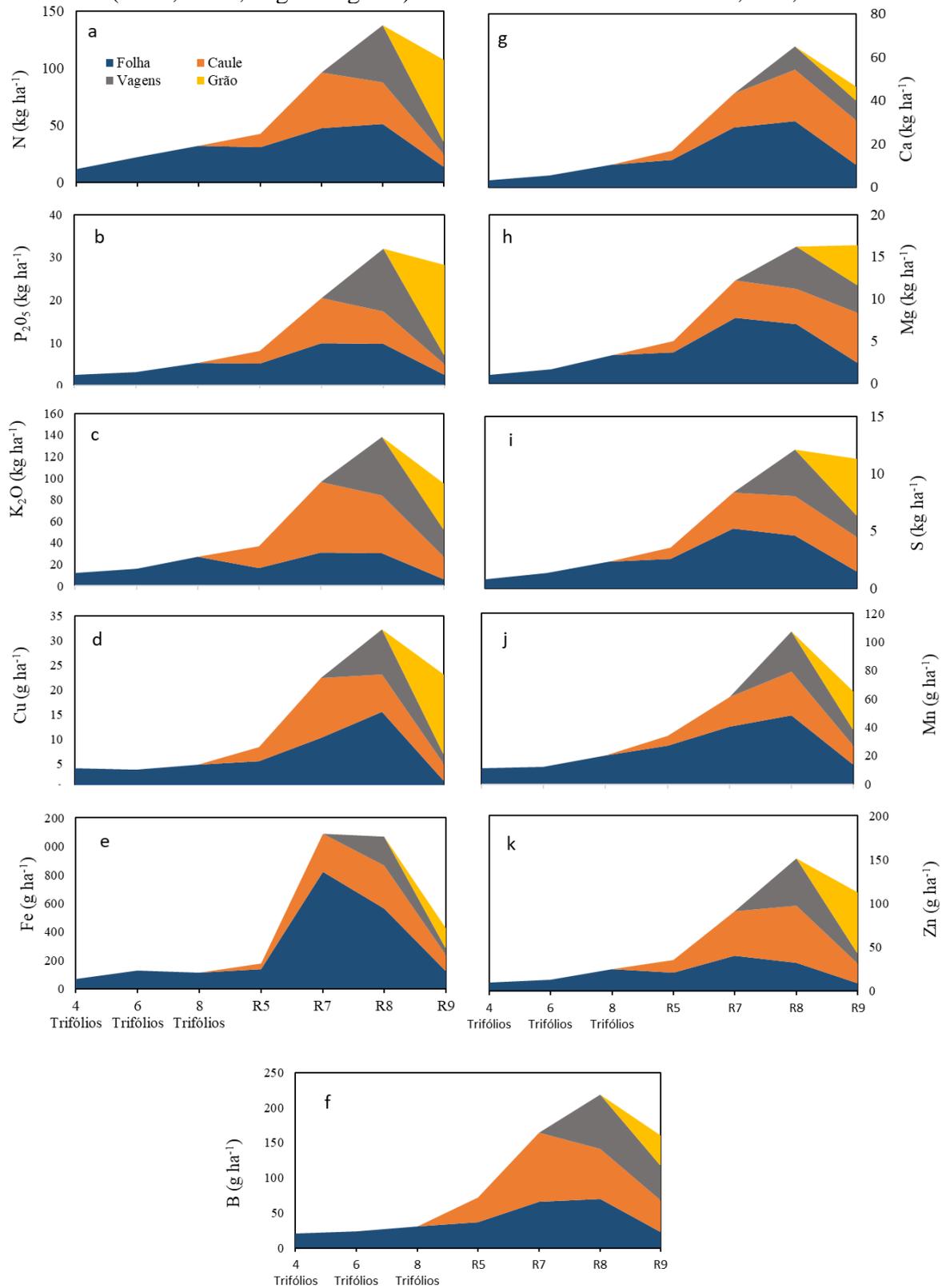
semelhante (TABELA 3). Assim, principalmente por ter maior acúmulo de MS nesta fase, foi a que apresentou o maior acúmulo de todos os nutrientes. Nascente et al. (2016), ao avaliarem a absorção de nutrientes em cultivares de ciclo superprecoce (ciclo 63 dias na semeadura das águas), também observaram absorção acentuada de N, P e K até os 40 dias após a emergência, diminuindo a intensidade de absorção logo após o florescimento.

Por outro lado, no estágio R7 (formação das vagens), a cultivar com maior acúmulo da maioria dos macros e micronutrientes foi a TAA Dama, também devido a maior produção de MS nesse estágio de desenvolvimento (TABELA 3). Fernandes et al. (2013) também encontraram maior acúmulo de micronutrientes B, Cu, Fe, Mn e Zn, em R7 nas cultivares Pérola e IAC Alvorada, que assim como TAA Dama, possuem hábito de crescimento indeterminado tipo III. Nos trabalhos mais antigos como Haag et al. (1967), as cultivares do tipo III da época também apresentaram acúmulo máximo de nutrientes próximo aos 50 dias.

Vieira et al. (2009) observaram diferenças no acúmulo de macronutrientes entre cultivares do tipo I, II e III somente para o S ao final do ciclo, em que a cultivar Ouro Vermelho (tipo III) acumulou maior quantidade de S ( $3,43 \text{ kg ha}^{-1}$ ) que as demais cultivares tipo I e II de grupos especiais como BRS Radiante e Bolinha. As quantidades de S acumuladas pelas cultivares estudadas por Vieira et al. (2009) encontra-se muito abaixo das observadas no presente estudo (média de  $11,1 \text{ kg ha}^{-1}$ ). Porém, é importante ressaltar, que as produtividades de MS e de grãos obtidas por Vieira et al. (2009) foram muito inferiores ( $2.328 \text{ kg ha}^{-1}$  de MS e  $850 \text{ kg ha}^{-1}$  de grãos) aos valores observados no presente estudo (TABELA 3).

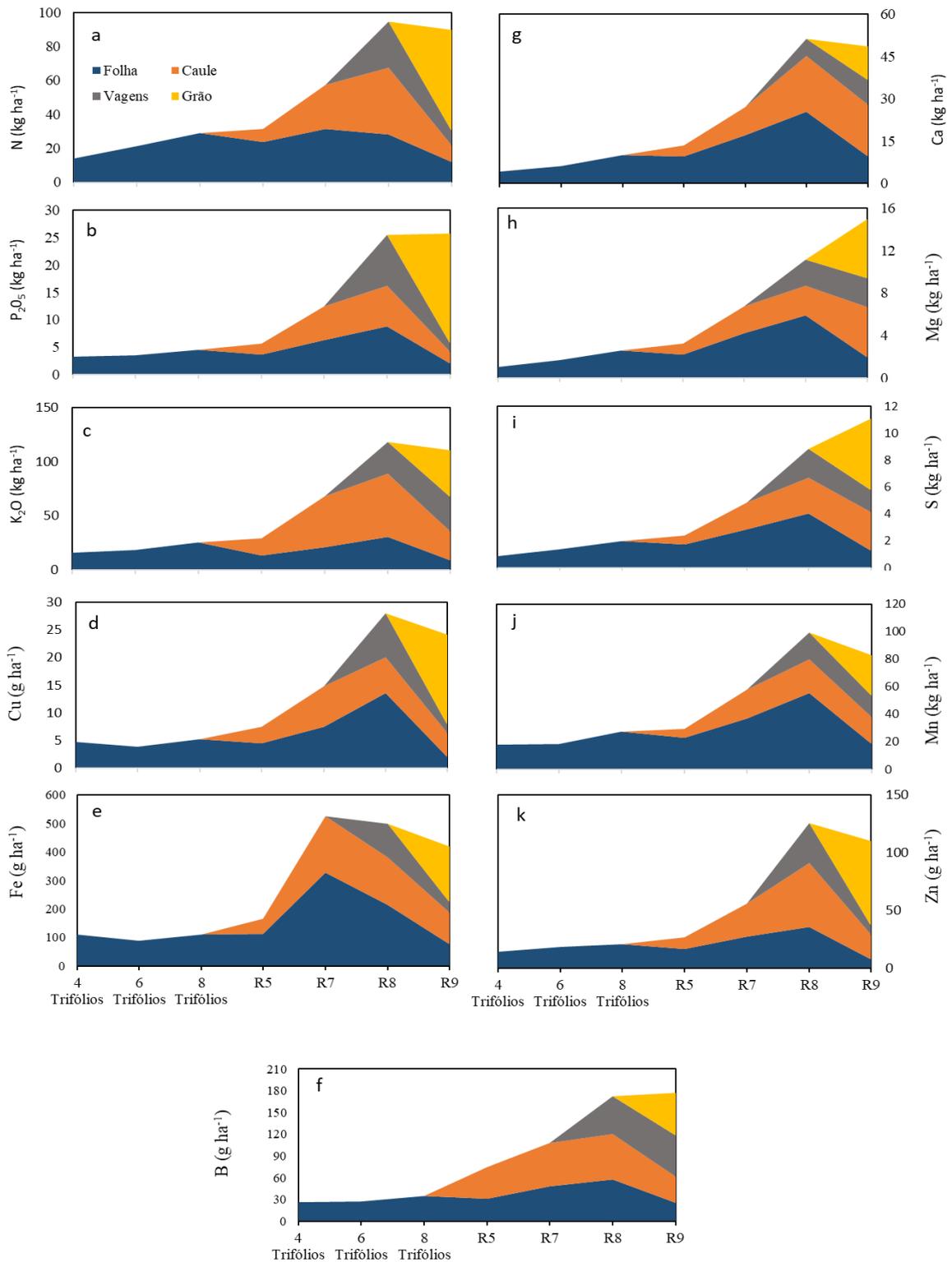
A partir de R8 (enchimento de grãos) não houve diferenças no acúmulo de nutrientes entre as cultivares (TABELA 4), sendo que nesse estágio, a cultivar TAA Dama já havia absorvido a quantidade máxima de todos os nutrientes, decrescendo as quantidades de nutrientes após R8, devido às perdas de folhas baixas e à translocação de nutrientes para os grãos (FIGURA 3). O decréscimo no acúmulo de nutrientes nas folhas ocorreu também nas demais cultivares, como pode ser observado nas Figuras 4 e 5, mostrando que na fase de enchimento de grãos a demanda energética é maior nesse compartimento. Portanto, os assimilados são redirecionados para suprir a demanda (GALLO; MIYASAKA, 1961, WIEN et al., 1976). Com exceção da cultivar TAA Dama, para as demais cultivares, os nutrientes P, Mg e S foram absorvidos até o final do ciclo. Não houve diferença no acúmulo total de nutrientes pelas plantas em R9 maturidade fisiológica (TABELA 4).

Figura 3 - Acúmulo de macro e micronutrientes pelo feijoeiro nos diferentes compartimentos (folha, caule, vagens e grãos) da cultivar TAA Dama. Lavras, MG, 2019.



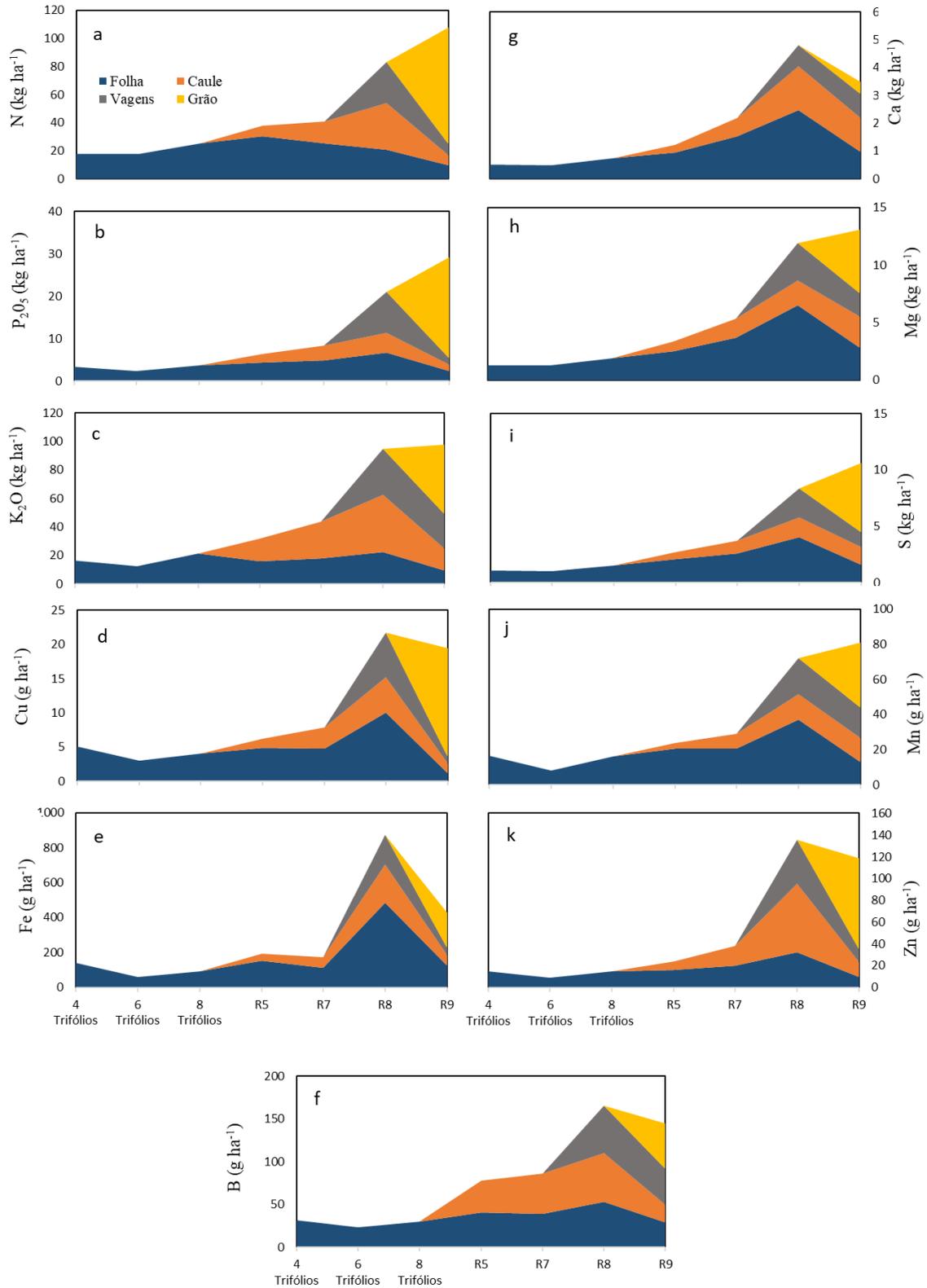
Fonte: Da autora (2019).

Figura 4 - Acúmulo de macro e micronutrientes pelo feijoeiro nos diferentes compartimentos (folha, caule, vagens e grãos) da cultivar IPR Tuiuiú. Lavras, MG, 2019.



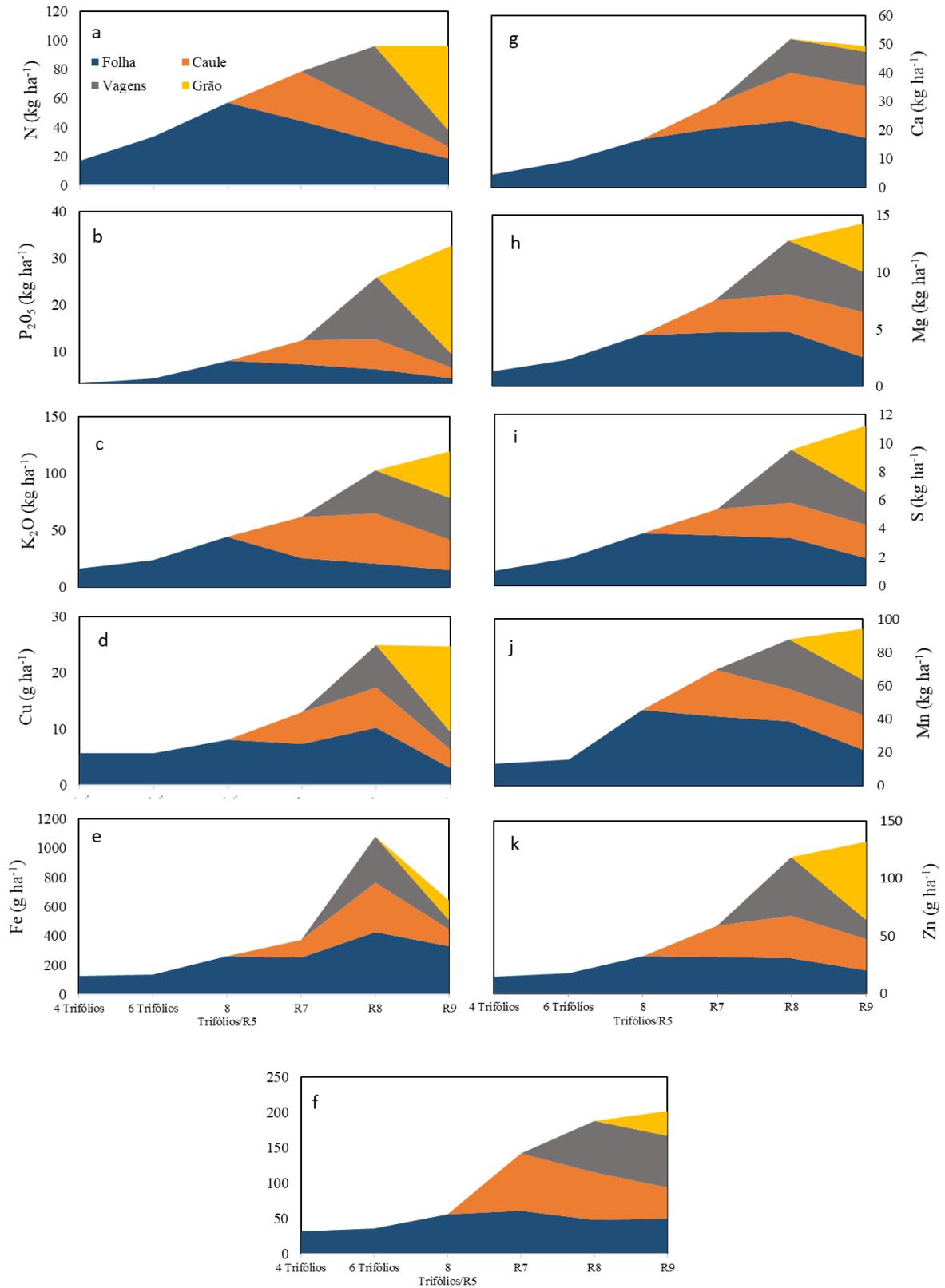
Fonte: Da autora (2019).

Figura 5 - Acúmulo de macro e micronutrientes pelo feijoeiro nos diferentes compartimentos (folha, caule, vagens e grãos) da cultivar BRS FC 104. Lavras, MG, 2019.



Fonte: Da autora (2019).

Figura 6 - Acúmulo de macro e micronutrientes pelo feijoeiro nos diferentes compartimentos (folha, caule, vagens e grãos) da cultivar TAA Gol. Lavras, MG, 2019.



Fonte: Da autora (2019).

Tabela 4 - Acúmulo de nutrientes pelo feijoeiro nos estádios vegetativo e reprodutivo das cultivares TAA Dama, BRS FC 104, TAA Gol e IPR Tuiuiú. Lavras, MG, 2019. (continua)

		N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O	Ca	Mg	S	B	Cu	Fe	Mn	Zn	
		kg ha <sup>-1</sup>						g ha <sup>-1</sup>					
4 Trifólios	TAA Dama	11,9a	2,4a	11,8a	3,4a	1,0a	0,8 <sup>a</sup>	20,9b	4,2a	72,0a	11,2a	9,9b	
	IPR Tuiuiú	13,8a	3,2a	16,2a	4,3a	1,0a	0,9 <sup>a</sup>	26,3b	4,8a	110,8a	17,9a	13,9b	
	BRS FC 104	17,7a	3,4a	16,5a	5,1a	1,3a	1,1 <sup>a</sup>	32,0a	5,1a	138,9a	16,7a	14,6a	
	TAA Gol	17,3a	3,3a	16,1a	4,4a	1,3a	1,0a	32,0a	5,7a	128,7a	13,4a	14,3a	
6 Trifólios	TAA Dama	22,0b	3,2b	15,7a	5,6b	1,7b	1,3b	23,9b	3,9b	127,6b	12,3b	13,1a	
	IPR Tuiuiú	21,1b	3,5b	18,6a	6,3b	1,7b	1,4b	27,5b	3,8b	89,4b	18,3a	18,3a	
	BRS FC 104	17,7b	2,3b	12,7a	4,9b	1,3b	1,0b	23,7b	3,0b	58,9b	8,2b	9,1a	
	TAA Gol	34,0a	4,4a	24,0a	9,0a	2,3a	1,9 <sup>a</sup>	36,7a	5,7a	135,9a	15,9a	17,5a	
8 Trifólios <sup>1</sup>	TAA Dama	31,9b	5,3b	27,1b	10,4b	3,3b	2,3b	30,9b	4,9b	115,0b	20,1b	24,9b	
	IPR Tuiuiú	29,1b	4,6b	25,3b	10,1b	2,6b	2,0b	35,0b	5,2b	109,2b	27,6b	20,4b	
	BRS FC 104	25,5b	3,7b	21,6b	7,5b	1,9b	1,5b	29,7b	4,0b	90,8b	16,1b	14,9b	
	TAA Gol	57,1a	8,1a	44,3a	16,8a	4,5a	3,6 <sup>a</sup>	56,6a	8,1a	260,3a	45,6a	32,6a	
R5	TAA Dama	42,7a	8,1a	36,9a	16,8a	5,0a	3,5 <sup>a</sup>	71,8a	8,5a	180,0a	34,2a	35,8a	
	IPR Tuiuiú	31,3a	5,7a	29,2a	13,5a	3,2a	2,4 <sup>a</sup>	75,0a	7,5a	165,3a	29,3a	26,6b	
	BRS FC 104	38,1a	6,4a	31,9a	12,3a	3,3a	2,7 <sup>a</sup>	78,0a	6,2a	193,0a	24,0a	23,7b	
	TAA Gol	ND*	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	
R7	TAA Dama	96,3a	20,5a	96,4a	43,4a	12,2a	8,3 <sup>a</sup>	164,3a	22,4a	1089,5a	61,5a	91,2a	
	IPR Tuiuiú	57,4b	12,4b	68,2b	27,2b	6,7b	4,9b	108,0b	14,8b	526,7b	58,0a	55,8b	
	BRS FC 104	41,0b	8,3c	43,7c	21,9b	5,3b	3,7b	86,1b	7,8c	172,8b	29,2b	38,4c	
	TAA Gol	78,7a	12,5b	61,5b	29,3b	7,5b	5,4b	142,2b	13,0b	373,9b	69,8a	59,2b	
R8	TAA Dama	137,6a	32,1a	138,0a	65,0a	16,2a	12,1 <sup>a</sup>	218,4a	32,2a	1070,5a	107,5a	151,3a	
	IPR Tuiuiú	94,6a	25,6a	117,7a	51,2a	11,1a	8,8 <sup>a</sup>	172,7a	28,0a	499,5a	99,4a	125,6a	
	BRS FC 104	83,2a	21,1a	94,9a	48,0a	11,9a	8,4 <sup>a</sup>	165,6a	21,8a	873,5a	72,0a	135,8a	
	TAA Gol	96,3a	25,8a	103,1a	51,8a	12,8a	9,5 <sup>a</sup>	188,9a	25,0a	1078,9a	87,9a	118,6a	

Tabela 4 - Acúmulo de nutrientes pelo feijoeiro nos estádios vegetativo e reprodutivo das cultivares TAA Dama, BRS FC 104, TAA Gol e IPR Tuiuiú. Lavras, MG, 2019. (conclusão)

		<b>N</b>	<b>P<sub>2</sub>O<sub>5</sub></b>	<b>K<sub>2</sub>O</b>	<b>Ca</b>	<b>Mg</b>	<b>S</b>	<b>B</b>	<b>Cu</b>	<b>Fe</b>	<b>Mn</b>	<b>Zn</b>
<b>R9</b>	<b>TAA Dama</b>	107,2a	28,2a	94,8a	46,4a	16,4a	11,3 <sup>a</sup>	160,4a	23,1a	426,3a	65,2a	113,0a
	<b>IPR Tuiuiú</b>	89,5a	25,7a	110,6a	48,6a	15,0a	11,1 <sup>a</sup>	177,5a	24,1a	418,8a	82,9a	110,1a
	<b>BRS FC 104</b>	107,9a	29,2a	97,7a	34,9a	13,1a	10,6 <sup>a</sup>	144,5a	19,4a	428,0a	80,9a	118,5a
	<b>TAA Gol</b>	96,3a	32,8a	119,9a	49,2a	14,3a	11,2 <sup>a</sup>	202,2a	24,7a	641,6a	94,0a	132,0a

Para cada época avaliada médias seguidas da mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott a 5% de significância. <sup>1</sup>Para cultivar TAA Gol esse estágio corresponde a 8Trifólois/R5. \*Não determinado

Fonte: Da autora (2019).

### **3.3 Exportação de nutrientes pelas diferentes cultivares de feijão-comum**

Embora tenha sido verificadas diferenças na marcha de absorção de nutrientes entre as cultivares (TABELA 4), de modo geral, as exportações de nutrientes por hectare ou por tonelada de grãos foram semelhantes entre as cultivares. As únicas exceções foram o Ca, que foi exportado em maior quantidade pela cultivar IPR Tuiuiú, S exportado em maiores quantidades pela cultivar BRS FC 104 e B exportado em maiores quantidades pelas cultivares BRS FC 104 e IPR Tuiuiú (TABELA 5). Em termos de manejo, essa é uma informação importante, pois isso indica que não se deve aumentar doses de nutrientes em função dessas cultivares, mas que a época de maior demanda de nutrientes pode variar, sugerindo uma adubação antecipada de alguns nutrientes, em cultivares mais precoces (NASCENTE et al., 2016). Apesar da semelhança das quantidades exportadas, a porcentagem de nutrientes exportados em relação ao total de nutrientes absorvidos em geral foi menor na cultivar tipo III TAA Dama.

Tabela 5 - Exportações de nutrientes pelo feijoeiro pelas cultivares TAA Dama, BRS FC 104, TAA Gol e IPR Tuiuiú. Lavras, MG, 2019.

	Exportação							
	TAA Dama	BRS FC 104	TAA Gol	IPR Tuiuiú	TAA Dama	BRS FC 104	TAA Gol	IPR Tuiuiú
	kg ha <sup>-1</sup> (%)*				kg t <sup>-1</sup>			
<b>N</b>	72(52)	83(77)	58(60)	59(63)	26,3a	27,5a	22,8a	21,1a
<b>P (P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>)</b>	21(66)	24(81)	23(71)	20(78)	7,7a	7,9a	9,2a	7,1a
<b>K (K<sub>2</sub>O)</b>	41(30)	49(50)	41(35)	43(37)	29,9 a	30,8 a	31,0a	29,3 a
<b>Cálcio</b>	6(10)	4(9)	2(4)	12(23)	2,3 b	1,4 b	0,7 c	4,3a
<b>Mg</b>	5(29)	6(42)	4(29)	6(37)	1,7a	1,8a	1,6a	2,0a
<b>S</b>	5(41)	6(58)	5(42)	5(48)	1,8 b	2,0 a	1,9 b	1,9 b
	g ha <sup>-1</sup> (%)				g t <sup>-1</sup>			
<b>B</b>	43(20)	52(31)	35(17)	59(33)	15,8 b	17,3 a	13,7b	21,1 a
<b>Cu</b>	16(51)	16(73)	15(62)	16(58)	5,9a	5,3a	6,0a	5,8a
<b>Fe</b>	146(13)	204(23)	135(12)	194(39)	53,2a	67,6a	52,9a	69,1a
<b>Mn</b>	27(25)	37(46)	30(32)	30(30)	9,9a	12,2a	11,9a	10,6a
<b>Zn</b>	70(46)	83(61)	68(52)	73(58)	25,5a	27,6a	26,8a	26,1a

Médias seguidas da mesma letra na linha não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott a 5% de significância. \*Valores entre parênteses representam a porcentagem do total do nutriente acumulado nos grãos.

Fonte: Da autora (2019).

Fernandes et al. (2013) observaram a exportação de nutrientes na ordem de 89, 26, 549, 313 e 92 g ha<sup>-1</sup> respectivamente para B, Cu, Fe, Mn e Zn, quantidades superiores ao encontrado nesse estudo. Já Perez et al. (2013) e Soratto et al. (2013) encontraram exportações de macro e micronutrientes pela cultivar Pérola (Tipo III) em geral próximos ao encontrado nesse estudo (27, 11, 2, 2 e 1,5 kg ha<sup>-1</sup> respectivamente para N, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, Ca, Mg e S), exceto para o K<sub>2</sub>O que nesse trabalho foi de 19 kg ha<sup>-1</sup>, maior que os dados apresentados por esses autores.

Em trabalhos desenvolvidos na década de 1960 e 1970, autores como Haag et al. (1967) e Cobra Netto et al. (1971) mostraram que as quantidades exportadas de Ca por cultivares antigas (em média 4 kg ha<sup>-1</sup>) são menores que as do presente estudo quando compara-se com as cultivares de hábito indeterminado TAA Dama e IPR Tuiuiú (TABELA 5). Já para as cultivares de hábito determinado e ciclo rápido, TAA Gol e BRS FC 104, esses valores são semelhantes. No caso do Mg esses autores apresentam valores médios de exportação em torno de 3 kg ha<sup>-1</sup>, inferior a exportação de todas as cultivares no presente estudo.

As exportações de  $K_2O$ , Ca e Mg em ordens maiores que os estudos anteriores pode ser explicada em parte pela disponibilidade média a alta desses nutrientes no solo e alta porcentagem na CTC (TABELA 1), mostrando um consumo de luxo desses nutrientes.

#### **4 CONCLUSÕES**

Nos estádios iniciais de desenvolvimento, com seis e oito trifólios a cultivar TAA Gol acumulou mais massa seca e nutrientes que as demais cultivares. Em R7, a cultivar que acumulou maior quantidade de massa seca e nutrientes foi a TAA Dama, comparado as outras cultivares.

A exportação de N,  $P_2O_5$ ,  $K_2O$ , Mg, Cu, Fe, Mn e Zn foi semelhante entre as cultivares. A cultivar BRS FC 104 exportou mais B e S que as demais e a cultivar IPR Tuiuiú exportou mais Ca.

As exportações de  $K_2O$ , Ca e Mg das cultivares modernas estudadas, em geral, foram superiores às exportações desses nutrientes por cultivares antigas.

## REFERÊNCIAS

- ANDRADE, C. A. B.; SCAPIM, C. A., A. de L.; MARTORELLI, D. T. "Produtividade, crescimento e partição de matéria seca em duas cultivares de feijão." **Acta Scientiarum Agronomy**, v. 31, n. 4, p. 683-688, 2009.
- BRITO, M. de. M. P.; MURAOKA, T.; SILVA, E. C. da "Marcha de absorção do nitrogênio do solo, do fertilizante e da fixação simbiótica em feijão-caupi (*Vigna unguiculata* (L.) Walp.) e feijão-comum (*Phaseolus vulgaris* L.) determinada com uso de 15N." **Revista Brasileira de Ciência do solo**, v. 33, n. 4, p. 895-905, 2009.
- BURATTO, J. S. et al. "Adaptabilidade e estabilidade produtiva em genótipos precoces de feijão no estado do Paraná." **Semina: Ciências Agrárias**, v. 28, n. 3, p. 373-380, 2007.
- CAIRES, E. F. Correção da acidez do solo em sistema plantio direto. **Informações Agronômicas**, v. 141, n. 1, p. 1-13, 2013.
- CANDAL NETO, J. F.; VIEIRA, R. F. "Comportamento de cultivares de feijão (*Phaseolus vulgaris* L.) em consórcio com milho (*Zea mays*), na região serrana do Espírito Santo." **Ceres**, v. 41, n. 234, 2015.
- COBRA NETTO, A.; ACCORSI, W. R.; MALAVOLTA, E. Estudos sobre a nutrição mineral do feijoeiro (*Phaseolus vulgaris* L., var. Roxinho). **Anais da Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz**, v. 28, p. 257-274, 1971.
- CONAB. Companhia Nacional de Abastecimento. **Acompanhamento da safra brasileira de grãos**. V. 7 - Safra 2019/20- N. 1 - Primeiro levantamento, outubro 2019. Disponível em: <<https://www.conab.gov.br/info-agro/safras/graos>>. Acesso em: 02/1 out. 2019.
- EMBRAPA. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. Rio de Janeiro: Embrapa, 2013. 353 p.
- FAO. Food and Agriculture Organization. FAOSTAT. **Production quantities of beans, dry by country, 2017**. Disponível em: <<http://www.fao.org/faostat/en/#data/QC/visualize>>. Acesso em: 23 maio 2019.
- FERNANDES, A. M.; SORATTO, R. P.; SANTOS, L. A. D. Nutrient extraction and exportation by common bean cultivars under different fertilization levels: II-micronutrients. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 37, n. 4, p. 1043-1056, 2013.
- FERREIRA, D. F. "Sisvar: a computer statistical analysis system." **Ciência e agrotecnologia**, v. 35, n. 6, p. 1039-1042, 2011.
- FRANCO, E.; BASTOS ANDRADE, C. A. de. SCAPIM, C. A. P. S. L. de F. "Resposta do feijoeiro à aplicação de nitrogênio na semeadura e cobertura no sistema plantio direto." **Acta Scientiarum Agronomy**, v. 30, n. 3, p. 427-434, 2008.
- GALLO, J. R.; MIYASAKA, S. "Composição química do feijoeiro e absorção de elementos nutritivos do florescimento à maturação." **Bragantia**, v. 20, n. 40, p. 367-374, 1961.

HAAG, H.; MALAVOLTA, E.; GARGANTINI, H.; BLANCO, H. G. "Absorção de nutrientes pela cultura do feijoeiro." **Bragantia**, v. 26, n. 30, p. 381-391, 1967.

MELO, L. C.; PEREIRA, H. S.; SOUZA, T. L. P. O. de; FARIA, L. C. de; AGUIAR, M. S. de; WENDLAND, A.; CARVALHO, H. W. L. de; ALMEIDA, V. M. de. Densidade de plantas e fornecimento de nitrogênio para a cultivar de feijão-comum superprecoce BRS FC104. (Comunicado Técnico 239). Santo Antônio de Goiás, GO, 2017.

MELO, L.; DEL PELOSO, M.; PEREIRA, H. L. de. FARIA, J. da.; COSTA, J.; CABRERA DIAZ, A.; WENDLAND, H. de C., A. da C.; Almeida, V. de. BRS Estilo-cultivar de feijão carioca com grãos claros, arquitetura ereta e alto potencial produtivo. Embrapa Arroz e Feijão-Artigo em anais de congresso (ALICE), In: CONGRESSO NACIONAL DE PESQUISA DE FEIJÃO, 10., 2011, Goiânia. **Anais....** Goiânia, 2011.

MORAES, L. C. **Potencial hídrico no xilema como ferramenta de manejo de irrigação do feijoeiro comum**. 2019. Dissertação (Pós-Graduação em Agronomia) - Universidade Federal de Uberlândia, MG, 2019.

MORAIS, W. A.; CUNHA, F. N.; SOARES, F. A. L.; TEIXEIRA, M. B.; N. F. da S.; COSTA, C. T. S. "Avaliação das características de produção do feijoeiro submetidos a variações de lâminas de irrigação e doses de adubação." **Revista Brasileira de Agricultura Irrigada**, v. 11, n. 3, p. 1389, 2017.

MOREIRA, G. B. L. **Rendimento de grãos e absorção de nutrientes em feijoeiro em função de doses de nitrogênio em semeadura e cobertura**. 2011. Dissertação (Pós-Graduação em Agronomia) - Universidade Estadual de Montes Claros, Janaúba, MG, 2011.

NASCENTE, A. S.; CARVALHO, M. de. C. S.; ROSA, P. H. "Growth, nutrient accumulation in leaves and grain yield of super early genotypes of common bean." **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v. 46, n. 3, p. 292-300, 2016.

NÓBREGA, J. Q.; RAO, T. V.; BELTRÃO, N. E. d. M.; FIDELES FILHO, J. "Análise de crescimento do feijoeiro submetido a quatro níveis de umidade do solo." **Revista brasileira de engenharia agrícola e ambiental**, v. 5, n. 3, p. 437-443, 2001.

RIBEIRO, N. D.; POSSEBON, S. "Variabilidade Genética para Ciclo em Feijão dos Grupos Preto e Carioca1." **Current Agricultural Science and Technology**, v. 10, n. 1, 2004.

RNC. Registro Nacional de Cultivares. **Lista de descritores**. Disponível em: <[http://sistemas.agricultura.gov.br/snpc/cultivarweb/cultivares\\_registradas.php](http://sistemas.agricultura.gov.br/snpc/cultivarweb/cultivares_registradas.php)>. Acesso em: 28 set. 2019.

SOARES, F. C.; PARIZI, A. R. C.; DA SILVA, G. U.; ESSI, R.; RUSSI, J. L.; BEM, L. H. P.; SANTOS, R. "Irrigação suplementar na produção de grãos e na eficiência de uso da água da cultura do feijoeiro." **Agrarian**, v. 9, n. 34, p. 374-382, 2016.

SOLOS, E. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. Centro Nacional de Pesquisa de Solos: Rio de Janeiro, 2013.

SORATTO, R. P.; FERNANDES, A. M., L. A. de. SANTOS, A. L. G. J. "Nutrient extraction and exportation by common bean cultivars under different fertilization levels: I-macronutrients." **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 37, n. 4, p. 1027-1042, 2013.

SOUSA, D. D.; LOBATO, E. Calagem e adubação para cultura anuais e semiperenes. In: SOUSA, D. D.; LOBATO, E. (eds.) **Cerrado: correção do solo e adubação**. Planaltina: Embrapa Cerrados. 2004a. p. 283-313.

TEIXEIRA, G. C. S.; STONE, L. F.; HEINEMANN, A. B. "Eficiência do uso da radiação solar e índices morfofisiológicos em cultivares de feijoeiro." **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v. 45, n. 1, p. 9-17, 2015.

VIANA, T. O.; VIEIRA, N. M. B.; MOREIRA, G. B. L.; BATISTA, R. O.; CARVALHO, S. J. P. de. RODRIGUES, H. F. F. "Adubação do feijoeiro cultivado no norte de Minas Gerais com nitrogênio e fósforo." **Revista Ceres**, v. 58, n. 1, p. 115-120, 2011.

VIEIRA, N.; ANDRADE, M. L. C.; REZENDE, P. "Accumulation of macronutrients by different common bean cultivars grown in different plant densities in no-tillage crop system." **Cooperative**, v. 132, 2009.

WIEN, H.; ALTSCHULER, S.; OZBUN J.; WALLACE, D. "<sup>14</sup>C-assimilate distribution in *Phaseolus vulgaris* L. during the reproductive period." **Journal of the American Society for Horticultural Science**, v. 101, n. 5, p. 510-513, 1976.

## ARTIGO 2 DOSES DE NITROGÊNIO ASSOCIADO AO USO DE PROPICONAZOL COMO REGULADOR DE CRESCIMENTO NO FEIJOEIRO COMUM

### DOSES OF NITROGEN ASSOCIATED WITH THE USE OF PROPICONAZOLE AS A GROWTH REGULATOR IN COMMON BEANS

#### RESUMO

Dentre as características agronômicas mais procuradas no feijoeiro comum (*Phaseolus vulgaris* L.), destaca-se a necessidade de alta produtividade, plantas eretas e com menor acamamento. Para se elevar a produtividade da cultura, vem sendo utilizados por alguns produtores, fungicidas a base de triazóis (propiconazol), com o objetivo de atuar como redutor de crescimento. No entanto, faltam informações consolidadas sobre o efeito destes produtos na produtividade dos diferentes cultivares utilizados, além da sua combinação com diferentes doses de nitrogênio. Isso porque, muitas vezes, alguns produtores aplicam simultaneamente altas doses de N, que estimulam o desenvolvimento vegetativo, combinados com os triazóis, que teriam o efeito contrário. Dessa forma, objetivou-se avaliar o efeito do propiconazol, como redutor do crescimento em cultivares de feijão, submetidas a diferentes doses de N em cobertura. O experimento foi conduzido em campo no município de Lavras-MG, em duas safras 2017/2018 e 2018/2019. Na primeira safra, utilizou-se as cultivares TAA Gol, IPR Tuiuiú e BRSMG Uai. Na segunda safra, as cultivares utilizadas foram a TAA Gol, IPR Tuiuiú, BRSMG Uai e Pérola. O delineamento experimental foi de blocos ao acaso, em parcelas subdivididas, com três repetições. As parcelas principais foram compostas por 4 doses de N (0, 45, 90 e 135 kg ha<sup>-1</sup>) e as subparcelas com e sem aplicação de propiconazol. Na colheita avaliou-se a altura de plantas, altura de inserção da primeira vagem, número de vagens por planta, número de grãos por planta, número de nós, número de ramos por planta e produtividade de grãos. Os dados foram submetidos a análise de variância conjunta, sendo que posteriormente foi realizado teste de Scott-Knott e análise de regressão a 5% de probabilidade. A aplicação de propiconazol não reduziu a altura de plantas em ambas as safras, sendo que as principais diferenças no caracteres agronômicos ocorreram entre as cultivares. Houve incremento de produtividade com o aumento das doses de N em cobertura. Ocorreram diferenças na produtividade entre as cultivares, sendo TAA Gol a mais produtiva, independentemente da safra ou da aplicação de propiconazol.

**Palavras-chave:** Triazol. Adubação nitrogenada. *Phaseolus vulgaris* L.

#### ABSTRACT

Among agronomic characteristics in common bean (*Phaseolus vulgaris* L.), we highlight the need for high productivity, erect plants and smaller fall over. To increase crop yield, triazole fungicides (propiconazole) have been used by some producers to act as a growth reducer. However, there is a lack of consolidated information on the effect of these products on the productivity of the different cultivars used, besides their combination with different nitrogen doses. This is because some producers often simultaneously apply high doses of N, which stimulate vegetative development, combined with triazoles, which would have the opposite effect. Thus, the objective of this study was to evaluate the effect of propiconazole as a

growth reducer in bean cultivars submitted to different doses of N in cover. The experiment was conducted in the field in Lavras-MG, in two crops 2017/2018 and 2018/2019. In the first crop, the cultivars TAA Gol, IPR Tuiuiú and BRSMG Uai were used. In the second crop, the cultivars used were TAA Gol, IPR Tuiuiú, BRSMG Uai and Perola. The experimental design was randomized blocks in split plots with four replications. The main plots consisted of 4 N rates (0, 45, 90 and 135 kg ha<sup>-1</sup>) and the subplots with and without propiconazole application. At harvest, plant height, first pod insertion height, number of pods per plant, number of grains per plant, number of nodes, number of branches per plant and grain yield were evaluated. Data were subjected to joint variance analysis, and subsequently Scott-Knott test and regression analysis at 5% probability. Propiconazole application did not reduce plant height in both crops, and the main differences in agronomic traits occurred between cultivars. There was an increase in grain yield with increasing doses of N in coverage. There were differences in yield between cultivars, being TAA Gol the most productive, regardless of crop or propiconazole application.

**Key word:** Triazole. Nitrogen fertilization. *Phaseolus vulgaris* L.

## 1 INTRODUÇÃO

O cultivo do feijão (*Phaseolus vulgaris* L.) no Brasil tem destaque devido sua grande importância econômica e social, pois, além de amplamente consumido, apresenta grande valor nutricional. Segundo estimativas da Companhia Nacional de Abastecimento – Conab, na safra 2018/2019 a produção total de feijão cores e preto (1º, 2º e 3º safras) foi de 2,4 milhões de toneladas. A produção é referente à área plantada de 1,6 milhões de hectares, sendo 322,4 mil hectares de feijão-comum preto, 1.297,4 milhões de hectares de feijão-comum cores. A produtividade média nacional desses tipos comerciais, considerando as três safras é de 1.400 kg ha<sup>-1</sup> (CONAB, 2019).

A busca por alta produtividade exige disponibilidade adequada de nutrientes para a cultura. Assim, está intimamente relacionada com a fertilidade do solo, uma vez que o feijoeiro é considerado uma planta exigente em nutrientes, devido ao seu sistema radicular superficial e do ciclo curto. Dentre os nutrientes, o nitrogênio (N) é o exigido em maior quantidade pela planta (PEREZ et al., 2013). Apesar de o feijão ser uma planta leguminosa, com capacidade de fixação simbiótica do N atmosférico, a quantidade fixada não tem sido suficiente para se atingir as altas produtividades obtidas atualmente pelos produtores (HUNGRIA et al., 1991).

A adubação nitrogenada em altas quantidades pode causar crescimento exagerado do feijoeiro, aumentando o risco de acamamento de plantas. Em consequência deste fato, vem

sendo utilizados reguladores de crescimento, como o propiconazol, na intenção de reduzir o efeito da adubação nitrogenada no crescimento e engalhamento da planta, sem interferir na produtividade (LANA et al., 2009).

É importante destacar que a planta de feijão é classificada de acordo com seu hábito de crescimento, podendo ser determinado ou indeterminado. Assim, as cultivares são agrupadas em: tipo I, crescimento determinado e gema apical terminando em uma inflorescência, com ciclo curto entre as cultivares dos outros grupos; tipo II, crescimento indeterminado e presença de guia curta; tipo III, indeterminado e guia longa (SANTOS et al., 2015).

Como os diferentes tipos de feijão apresentam ciclos, potencial produtivo e diferenças na altura e arquitetura, acredita-se que a exigências pelo nutriente são distintas entre as cultivares e que altas doses de N em cultivares do tipo III, que são mais prostradas, possam provocar crescimento exagerado, a ponto de causar tombamentos/acamamentos.

Com o objetivo de evitar acamamento e aumentar engalhamento das plantas de feijão e elevar a produtividade da cultura, alguns produtores têm feito a aplicação de fungicida a base de propiconazol, como regulador de crescimento (LANA et al., 2009). O propiconazol pertence ao grupo dos triazóis, que age fisiologicamente na planta como inibidor da produção de giberelina, resultando em alterações no desenvolvimento das plantas, como redução de internódios (VENÂNCIO, 2005). Desta forma, o propiconazol é utilizado na função de regular o crescimento em altura, buscando-se induzir o crescimento lateral do feijoeiro (engalhamento), e aumentando, conseqüentemente, sua produtividade (ANDRADE et al., 2013).

No entanto, a aplicação do propiconazol vem sendo utilizada de maneira indistinta para as cultivares disponíveis, independentemente do hábito de crescimento e tipo de cultivar. Além disso, alguns produtores têm aplicado simultaneamente altas doses de N, que estimulam o desenvolvimento vegetativo, combinados com os triazóis, que teriam o efeito contrário. Desta forma, adotando-se a hipótese que o propiconazol reduz o crescimento em altura e induz o a produção de ramos vegetativos, e que a aplicação de N pode provocar crescimento exagerado da planta do feijoeiro, objetivou-se avaliar o efeito do propiconazol como regulador de crescimento vegetativo em cultivares de hábito determinado (tipo I) e indeterminado (tipo II e III), associado a diferentes doses de N aplicados em cobertura.

## 2 MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi conduzido no município de Lavras-MG, no Centro de Desenvolvimento Científico e Tecnológico em Agropecuária, situado à latitude de 21° 13S S, longitude 44° 00' W, em uma altitude de 918 metros, nas safras 2017/2018 e 2018/2019. Em cada safra, o experimento foi conduzido em uma área da fazenda. O solo dos dois locais é caracterizado como Latossolo Vermelho Amarelo com textura argilosa (EMBRAPA, 2013). Antes da implantação dos experimentos foram realizadas amostragens dos solos nas camadas de 0 a 20 cm de profundidade, para a caracterização dos atributos químicos dos solos das áreas (TABELA 1).

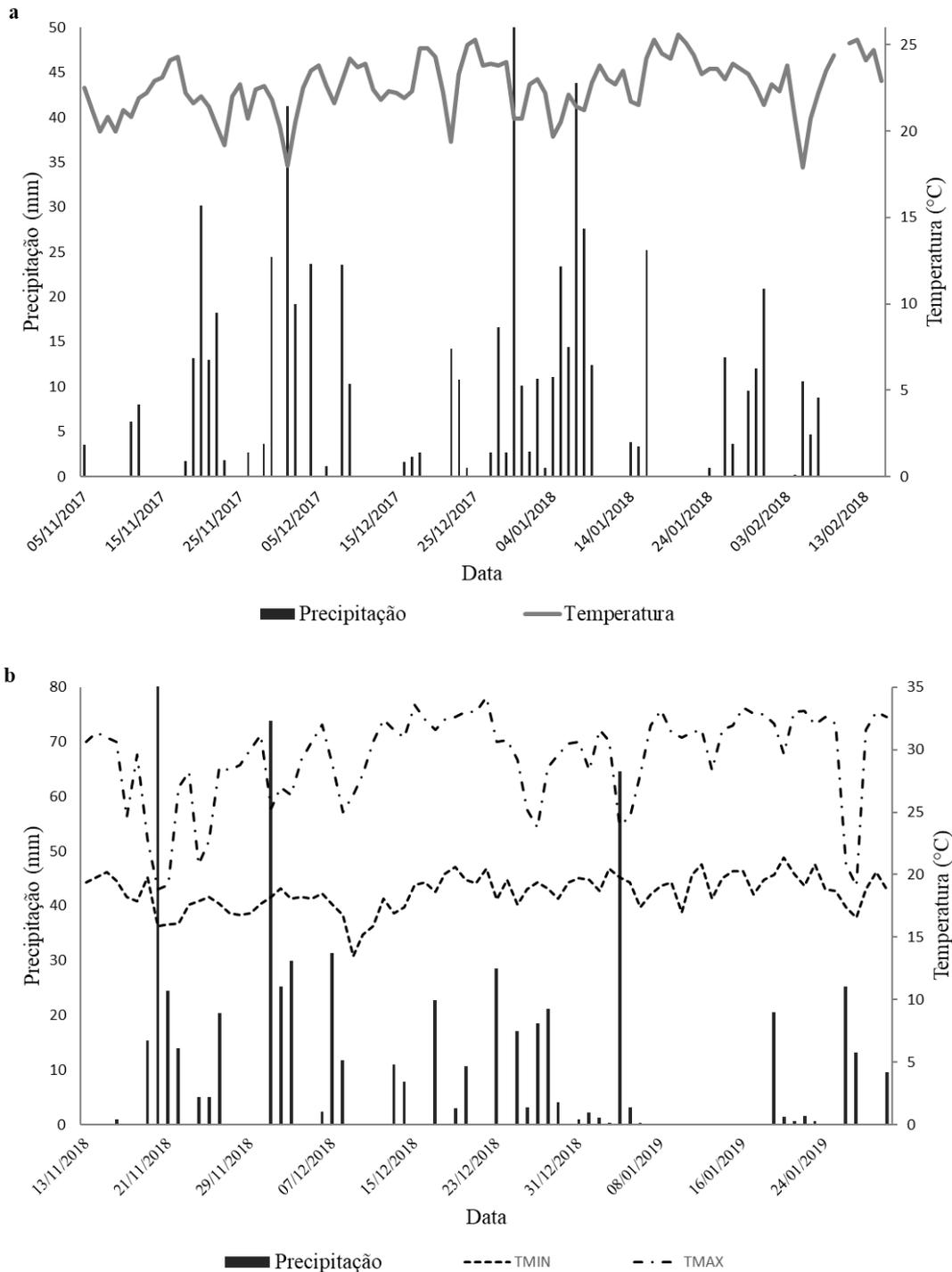
Tabela 1 - Atributos químicos do solo de 0 a 20 cm de profundidade, antes da implantação dos experimentos. Lavras-MG, 2019.

Safra 2017/2018											
	pH	P	K	Ca	Mg	S	B	Cu	Fe	Mn	Zn
	água	—mg dm <sup>-3</sup> —	-cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup> -	mg kg <sup>-1</sup>	mg kg <sup>-1</sup>	mg kg <sup>-1</sup>	mg kg <sup>-1</sup>	mg dm <sup>3</sup>	mg dm <sup>3</sup>	mg dm <sup>3</sup>	mg dm <sup>3</sup>
0-20	5,6	31,9	153	2,9	0,79	0,13	0,26	0,61	63,4	12,07	6,65
	Al <sup>3+</sup>	H+Al	SB	t	T	V	m	M.O			
	—cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup> —			—%—			dag kg <sup>-1</sup>				
0-20	0	4,09	4,13	4,13	8,22	50,23	0,05	2,0			
Safra 2018/2019											
	pH	P	K	Ca	Mg	S	B	Cu	Fe	Mn	Zn
	água	—mg dm <sup>-3</sup> —	-cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup> -	mg kg <sup>-1</sup>	mg kg <sup>-1</sup>	mg kg <sup>-1</sup>	mg kg <sup>-1</sup>	mg dm <sup>3</sup>	mg dm <sup>3</sup>	mg dm <sup>3</sup>	mg dm <sup>3</sup>
0-20	5,9	4,6	117,8	4,0	1,4	4,9	0,24	0,5	48,0	8,6	3,4
	Al <sup>3+</sup>	H+Al	SB	t	T	V	m	M.O			
	—cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup> —			—%—			dag kg <sup>-1</sup>				
0-20	0	1,5	5,72	5,72	7,22	79,2	0	3,6			

Fonte: Da autora (2019).

A classificação climática da região segundo Köppen é tipo Cwa (temperado chuvoso) com inverno seco e verão chuvoso. A temperatura média anual é de 20,4 °C sendo janeiro mês mais quente, com temperatura média de 22,9 °C, sendo a média máxima de 28,0 °C e a mínima de 17,8 °C. E o mês mais frio, julho, de 16,9 °C, sendo 23,9 °C e 10,0 °C as médias, máxima e mínima, respectivamente. A precipitação anual média é de 1.455 mm. A precipitação registrada pela Estação Climatológica Principal de Lavras (Convênio UFLA e Instituto Nacional de Meteorologia – INMET) nas duas safras estão representados na Figura 1.

Figura 1 - Precipitação registrada na Estação Climatológica Principal de Lavras- MG, no período de (a) novembro de 2017 a março de 2018 e (b) novembro de 2018 a janeiro de 2019.



Fonte: Da autora (2019)

As cultivares utilizadas foram TAA Gol, IPR Tuiuiú, BRSMG Uai na safra 2017/2018 e, além dessas, na safra 2018/2019 também foi avaliada a cultivar Pérola. O delineamento experimental foi em blocos ao acaso, em esquema de parcelas sub divididas com três

repetições. Cada parcela correspondeu a quatro linhas de quatro metros, espaçadas de 0,6 metros, totalizando de 9,6 m<sup>2</sup>. As parcelas principais foram compostas por quatro doses de N e as subparcelas pela aplicação de propiconazol. A adubação nitrogenada de cobertura foi realizada com ureia (45% de N), nas doses de 45, 90 e 135 kg ha<sup>-1</sup> quando a cultura se encontrava no estágio fenológico V4 (quatro trifólios), além de um controle sem adubação. Nas parcelas com aplicação do redutor de crescimento (propiconazol), a dose utilizada foi de 0,4 L ha<sup>-1</sup> do produto Tilt® (291g .ha<sup>-1</sup> de i.a). A aplicação foi realizada com pulverizador costal pressurizado, com CO<sub>2</sub>, também em V4 (4 trifólios).

Na semeadura, utilizou-se 270, 220, 220 e 170 mil sementes ha<sup>-1</sup> para as cultivares TAA Gol, IPR Tuiuiú, BRSMG Uai e Pérola, respectivamente. As sementes foram tratadas com fungicida/inseticida a base de piraclostrobina (25 g L<sup>-1</sup>), tiofanato metílico (225 g L<sup>-1</sup>) e fipronil (250 g L<sup>-1</sup>), na dose de 2 mL kg<sup>-1</sup> de sementes. Adicionou-se ao tratamento de sementes 150 mL ha<sup>-1</sup> do produto comercial Up!Seeds®, que contém cobalto (6 g L<sup>-1</sup>), molibdênio (120 g L<sup>-1</sup>) e níquel (12 g L<sup>-1</sup>).

Na adubação de semeadura em novembro de 2017, aplicaram-se 26 kg ha<sup>-1</sup> de N e 124 kg ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, utilizando-se como fonte o NPK 08-38-00, contendo 18% de S (326 kg ha<sup>-1</sup> do adubo). A adubação potássica foi realizada a lanço, logo após a semeadura, com 50 kg ha<sup>-1</sup> de K<sub>2</sub>O. Em outubro de 2018 a semeadura foi realizada com 416 kg ha<sup>-1</sup> do formulado NPK 01-28-00 + 10% de cálcio (Ca) e 5% de S e 48 kg ha<sup>-1</sup> de KCl (60% de K<sub>2</sub>O) a lanço.

O controle de plantas daninhas de folhas estreitas foi realizado no estágio V3, utilizando-se 600 mL ha<sup>-1</sup> do herbicida fluazifope-P-butílico (250 g L<sup>-1</sup> de i.a.). Para o controle de plantas de folhas largas, utilizou-se a mistura de 500 mL ha<sup>-1</sup> de fomesafem (250 g L<sup>-1</sup> de i.a) + 1 L ha<sup>-1</sup> de bentazona+imazamox (600 + 28 g L<sup>-1</sup> de i.a ). Quando necessário, efetuou-se o arranquio manual de plantas remanescentes de forma a não prejudicar o desenvolvimento normal das plantas. O controle de insetos foi efetuado com aplicação de 200 mL ha<sup>-1</sup> tiametoxam (141 g L<sup>-1</sup> de i.a ).

Na colheita foi avaliado em cinco plantas por parcela, a altura de plantas e de inserção da primeira vagem, número de ramos vegetativos, número de nós na haste principal, número vagens por planta e número de grãos por planta. A produtividade de grãos foi determinada a partir da colheita de duas linhas de 3 metros. A umidade dos grãos foi padronizada para 13%.

Para cada safra os dados foram submetidos à análise de variância conjunta, a fim de verificar a existência de diferenças entre as cultivares, o uso de propiconazol e as doses de N. Atendidos os pressupostos foram realizados testes de médias de Scott-Knott e análises de

regressão, com o auxílio do programa estatístico SISVAR (FERREIRA, 2011). Os dados referentes ao número de vagens por planta, número de grãos, número de ramos e número de nós foram transformados em raiz-quadrada, para realizar as análises estatísticas.

### **3 RESULTADOS E DISCUSSÃO**

As diferenças significativas ( $p \leq 0,05$ ) reveladas pela análise de variância conjunta para primeira e segunda safras são apresentadas na Tabela 2. Na safra 2017/2018, as diferenças para caracteres avaliados foram principalmente entre as cultivares, e para produtividade, houve interação tripla (Propiconazol x Dose de N x Cultivar). Por sua vez, na safra 2018/2019 houve diferenças entre as cultivares para os caracteres altura de plantas, número de vagens e número de grãos por planta e produtividade de grãos.

Tabela 2 - Resumo da análise de variância e significância para altura das plantas (AP), inserção de primeira vagem (IV), número de vagens por planta (NV), número de grãos por planta (NG), números de nós (NN) e ramos por planta (NR) e produtividade (Prod.) de feijão. Lavras-MG, 2019.

FV	AP	IV	NV	NG	NN	NR	Prod.
Safrá 2017/2018							
Cultivar	7286,72 *	78,25	5,66*	128,3	2,82*	2,03*	3345777,47*
Bloco (Cultivar)	24,58	5,96	0,45	4,8	0,10	0,11	4845,15
Propiconazol	132,03	0,31	0,46	0,17	0,007	0,15	297680,7
Cultivar x Propiconazol	40,11	5,74	1,76	9,01	0,02	0,04	97146,88
Dose N	29,65	7,60	0,35	3,52	0,07	0,09	630706,80*
Propiconazol x Dose N	10,25	1,95	1,30	13,71	0,003	0,05	47336,85
Dose N x Cultivar	88,52	10,87	0,79	7,87	0,06	0,07	235577,42
Cultivar x Propiconazol x Dose	10,65	2,23	0,66	3,38	0,04	0,10	275499,93*
CV 1 (%)	7,40	10,71	9,73	10,84	4,92	24,8	11,37
CV 2 (%)	12,34	12,16	11,66	14,0	6,80	14,03	7,09
Safrá 2018/2019							
Cultivar	13074,6 *	87,50	4,58*	22,2*	0,37	0,66	1521394,59*
Bloco (Cultivar)	89,4	19,68	0,55	4,22	0,16	0,37	13048,87
Propiconazol	126,04	5,25	0,04	3,04	0,02	0,70	260334,38
Cultivar x Propiconazol	9,98	10,97	0,26	3,44	0,17	0,40	26785,55
Dose N	99,08	33,71	0,20	2,10	0,03	0,59	351214,52*
Propiconazol x Dose N	18,48	28,59	0,29	2,36	0,38	0,93*	113748,98
Dose N x Cultivar	68,50	30,64	0,57	2,83	0,17	0,14	64073,29
Cultivar x Propiconazol x Dose	23,40	33,66	0,44	2,02	0,29	0,18	48652,11
CV 1 (%)	14,2	35,5	21,1	24,9	21,0	29,9	17,5
CV 2 (%)	10,1	27,5	16,6	17,1	17,4	27,5	13,9

\*significativo a 5% de probabilidade. CV=coeficiente de variação.

As diferenças em altura entre as cultivares eram esperadas devido ao hábito de crescimento e tipo das cultivares avaliadas (TABELA 3). Na safra 2017/2018, a cultivar com maior altura foi a IPRTuiuí (Tipo II), que assim como a BRS MG Uai não possui guia longa, porém ainda foi ligeiramente maior, cerca de 17 cm. Na segunda safra, a cultivar Pérola

obteve maior altura que as demais. Essa cultivar possui hábito de crescimento indeterminado, do tipo III com guia longa (SANTOS et al., 2015), e tem maior tendência de crescimento vegetativo, por apresentar sobreposição das fases de desenvolvimento, ou seja, durante o estágio reprodutivo ainda ocorre crescimento vegetativo (TEIXEIRA et al., 2015).

Tabela 3 - Altura das plantas (AP, em cm), inserção de primeira vagem (IV, em cm), número de vagens por planta (NV), número de grãos por planta (NG), números de nós (NN), número de ramos (NR) e produtividade (Prod. Em kg ha<sup>-1</sup>) e Peso de mil grãos (PMG, em gramas) de cultivares de feijão. Lavras-MG, 2019.

Cultivar	AP	IV	NV	NG	NN	NR	Prod.	PMG
Safrá 2017/2018								
TAA Gol	43,3 c	17,0 c	75,6 b	251,6 b	8,6 b	4,1 a	2.402 a	266
IPR Tuiuí	78,2 a	20,7 a	71,6 b	379,3 a	12,2 a	2,2 b	2.352 a	275
BRS MG Uai	61,2 b	18,9b	88,6 a	394,4 a	12,6 a	3,8 a	1.732 b	219
CV 1 (%)	7,4	10,7	9,7	10,8	4,9	24,5	11,4	
CV 2 (%)	12,3	12,2	11,7	14,0	6,8	14,0	7,1	
Safrá 2018/2019								
TAA Gol	57,6 c	19,5 a	12,4 b	68,4 b	8,8 a	4,6 a	2.005 a	231
IPR Tuiuí	71,0 b	15,8 a	16,0 b	78,8 b	10,5 a	3,1 a	1.658 c	230
BRS MG Uai	57,5 c	19,1 a	14,6 b	63,8 b	10,6 a	4,8 a	1.400 d	234
Pérola	107,0 a	16,2 a	20,8 a	101,5 a	9,9 a	4,1 a	1.778 b	253
CV 1 (%)	14,2	35,5	21,1	24,9	21,0	29,9	17,5	
CV 2 (%)	10,1	27,5	16,6	17,1	17,4	27,5	13,9	

Médias seguidas da mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott a 5% de significância.

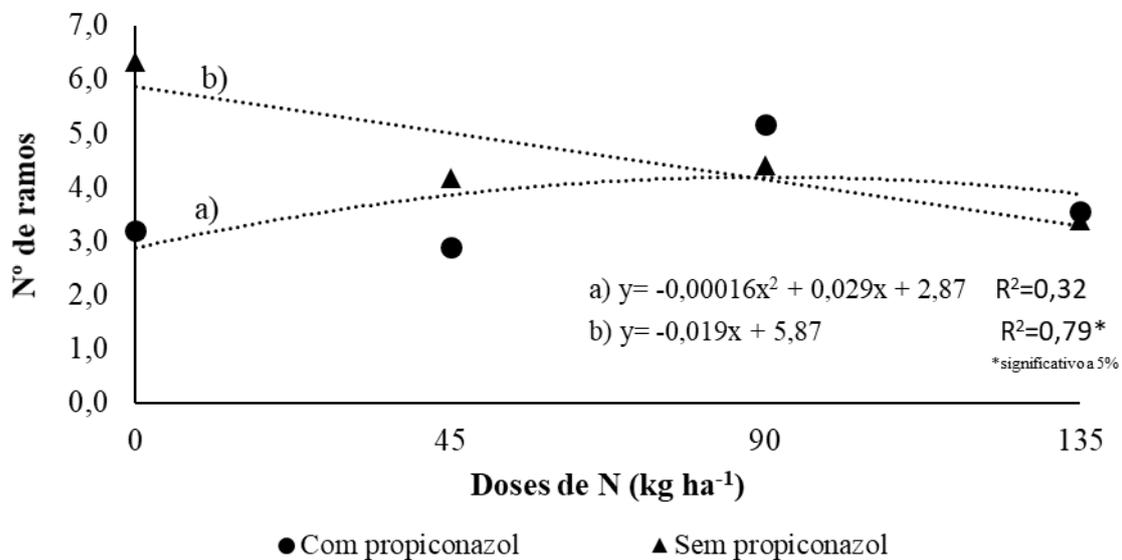
Fonte: Da autora (2019).

O paclobutrazol, que também age como inibidor da biossíntese de giberelina (ARTECA, 1996), foi testado no trabalho de Gitti et al. (2012). Quando aplicado no estágio fenológico V4, em plantas com quatro trifólios, reduziu em 21 cm a altura de plantas da cultivar IPR Juriti (Carioca, tipo II), em relação ao controle, sem aplicação. Entretanto, a produtividade do feijão foi reduzida com aplicação do paclobutrazol.

Esperava-se que o regulador de crescimento reduzisse o porte das plantas e induzisse a produção de ramos vegetativos, mas apesar de não existir efeito da aplicação de propiconazol sobre a altura de plantas, observou-se interação significativa entre o uso de propiconazol e as doses de N sobre o número de ramos na safra 2018/2019 (TABELA 2). Não houve correlação significativa entre as doses de N, quando foi aplicado o regulador de crescimento ( $R^2 < 50$  e  $p > 0,05$ ). Por sua vez, sem a aplicação do propiconazol houve correlação linear negativa, na qual com o aumento das doses de N diminuiu a produção de ramos (FIGURA 2).

O N é um estimulante da síntese dos hormônios promotores de crescimento, que quando aplicado no solo, aumenta os teores na planta, resultando em crescimento e desenvolvimento vegetal (SAKAKIBARA et al., 2006; KIBA et al., 2011). Visto que o N promove o crescimento da planta, o uso de doses elevadas pode minimizar o efeito do redutor de crescimento (ALMEIDA et al., 2016). Por esse motivo, é provável que uso do propiconazol não tenha provocado efeito nos caracteres agrônômicos, bem como na produtividade, na safra 2018/2019, com o aumento das doses de N.

Figura 2 - Número de ramos em função do uso de propiconazol no feijoeiro comum com aplicação de doses de N em cobertura. Média de quatro cultivares. Lavras, MG, 2019.



Fonte: Da autora (2019).

Na safra 2017/2018 a cultivar BRS MG Uai obteve maior número de vagens, grãos e nós por planta (TABELA 3). Por sua vez, a cultivar Pérola obteve maior número de vagens e de grãos por planta que as demais cultivares na safra 2018/2019. Porém, ambas as cultivares, nas duas safras, não foram mais produtivas que a cultivar TAA Gol, que possui hábito de crescimento determinado (tipo I) e ciclo precoce de aproximadamente 70 dias (RNC-Registro Nacional de Cultivares, 2019). Essa cultivar tem atingido boas produtividades na região sul de Minas Gerais e foi superior as cultivares avaliadas nas duas safras (TABELA 3). Pode-se observar que a menor produtividade obtida nesse trabalho (1.400 kg ha<sup>-1</sup> para a cultivar BRS MG Uai, na safra 2018/2019 (TABELA 3) ainda está próxima à produtividade média

nacional do feijão preto e cores, e ainda acima da média de produtividade do estado de Minas Geras, que na safra 2018/2019 foi de 1.320 kg ha<sup>-1</sup> (CONAB, 2019).

Na safra 2017/2018 as produtividades das cultivares foram modificadas com a aplicação do propiconazol e com as doses de N (TABELA 4). As cultivares responderam diferentemente as aplicações de triazol, quando foram submetidas a diferentes doses de N. Essa informação é muito importante, demonstrando que não se pode esperar os mesmos efeitos do produto em todas as cultivares. Por exemplo, na cultivar BRS MG Uai, aplicação de triazol provocou redução de produtividade no feijoeiro, quando o mesmo foi adubado com 90 kg ha<sup>-1</sup> ou quando não aplicou N em cobertura. Por outro lado, a cultivar IPR Tuiuiú tem sua produtividade aumentada, quando foi utilizado triazol e ao mesmo se aplicou a dose máxima de N (135 kg ha<sup>-1</sup>).

A cultivar TAA Gol, a mais prococe de todas, foi mais produtiva com a aplicação de propiconazol, quando se aplicou 45 kg ha<sup>-1</sup> de N em cobertura. Por outro lado, houve efeito contrário para essa cultivar, na dose de 135 kg ha<sup>-1</sup>. De certa forma, o efeito foi semelhante ao observado por Lima et al. (2011), que obtiveram aumento da produtividade de feijão Pérola com aplicação de 400 mL ha<sup>-1</sup> de propiconazol, comparado ao controle sem aplicação, utilizando-se somente 30 kg ha<sup>-1</sup> de N na sementeira. No entanto, quando aumentou a adubação nitrogenada para 120 kg ha<sup>-1</sup> (30 kg ha<sup>-1</sup> na sementeira e 90 kg ha<sup>-1</sup> em cobertura), não houve efeito da aplicação do propiconazol. Em geral a cultivar TAA Gol foi mais produtiva independente da aplicação de propiconazol ou das doses de N em ambas as safras (TABELA 3).

Tabela 4 - Produtividade de grãos das cultivares TAA Gol, IPR Tuiuiú e BRS MG Uai em função de doses de N em cobertura e uso de propiconazol, safra 2017/2018. Lavras-MG, 2019.

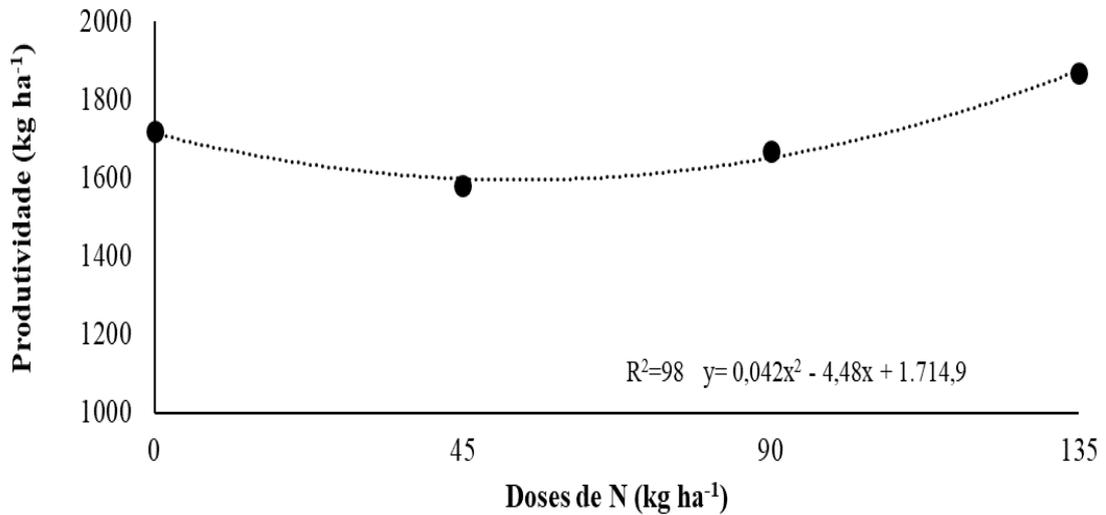
Dose de N (kg ha <sup>-1</sup> )		Com Propiconazol	Sem Propiconazol
		kg ha <sup>-1</sup>	
0	TAA Gol	1.850 Aa	2.096 Ab
	IPR Tuiuiú	2.228 Aa	2.431 Aa
	BRS MG Uai	1.438 Bb	1.742 Ac
45	TAA Gol	2.536 Aa	2.273 Ba
	IPR Tuiuiú	1.991 Aa	2.212 Aa
	BRS MG Uai	1.642 Aa	1.778 Ab
90	TAA Gol	2.760 Aa	2.626 Aa
	IPR Tuiuiú	2.283 Ab	2.266 Ab
	BRS MG Uai	1.513 Bc	1.836 Ac
135	TAA Gol	2.081 Bb	2.994 Aa
	IPR Tuiuiú	2.941 Aa	2.462 Bb
	BRS MG Uai	1.907 Ab	1.997 Ac

Para cada dose, médias seguidas da mesma letra maiúscula na linha e minúscula na coluna não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott a 5% de significância.

Fonte: Da autora (2019).

Na safra 2018/2019, na média de todas as cultivares, houve efeito isolado das doses de N aplicadas na produtividade. Com o aumento da dose de N ocorreu incremento de produtividade a partir de 45 kg ha<sup>-1</sup> (FIGURA 3). Na maior dose aplicada, 135 kg ha<sup>-1</sup>, a produtividade foi de 1.870 kg ha<sup>-1</sup> na médias das quatro cultivares, explorando-se a equação contida na figura 4, é possível observar que a produtividade máxima seria alcançada com a dose superior 135 kg ha<sup>-1</sup> de N. Moreira et al. (2013) observaram que a maior produtividade (2.430 kg ha<sup>-1</sup>) para a cultivar Pérola, foi com a dose de 120 kg ha<sup>-1</sup>. Semelhante ao observado por Salgado et al. (2012) que relataram que a cultivar Princesa (carioca, tipo II) apresentou maior produtividade (3.000 kg ha<sup>-1</sup>), com 120 kg ha<sup>-1</sup> de N.

Figura 3 - Produtividade de grãos em função de doses de N no feijoeiro comum. Média de quatro cultivares safra 2018/2019. Lavras, MG, 2019.



Fonte: Da autora (2019).

Damian et al. (2018) avaliaram a resposta da cultivar IPR Gralha (preto, tipo III) a diferentes doses de N em cobertura e épocas de aplicação e mostraram que a maior produtividade foi de 1.500 kg ha<sup>-1</sup>, quando aplicaram-se 106 kg ha<sup>-1</sup> de N, aos 35 dias após a emergência. Viana et al. (2011) mostraram que foram necessários 98 kg ha<sup>-1</sup> de N em cobertura para alcançar a maior produtividade (1.528 kg ha<sup>-1</sup>) na cultivar Carioca Precoce (tipo I). Para o feijoeiro tipo II (cultivar BRS Estilo), a produtividade máxima foi observada por Guimarães et al. (2017), com aplicação de 80 kg de N ha<sup>-1</sup>. De maneira geral, os trabalhos têm mostrado produtividades de grãos satisfatórias com adubação nitrogenada acima de 90 kg ha<sup>-1</sup>, que é a exigência mínima de extração desse nutriente por cultivares mais modernas de feijão-comum.

#### 4 CONCLUSÕES

O uso de propiconazol como regulador de crescimento não reduz a altura de plantas, inserção de vagens e não altera o número de vagens, nós, grãos por planta e produtividade de grãos de feijão, com uma única aplicação, nas condições estudadas.

O número de ramos diminui com o aumento da dose de N, quando não há aplicação de propiconazol.

Há incremento de produtividade quando a dose de N em cobertura é superior a 45 kg ha<sup>-1</sup>. A maior produtividade foi observada na dose de 135 kg ha<sup>-1</sup> de N em cobertura, alcançando 1.870 kg ha<sup>-1</sup>.

Independentemente da safra ou da aplicação de propiconazol a cultivar TAA Gol obteve maior produtividade de grãos.

## **5 CONSIDERAÇÕES FINAIS**

A extração de macro e micronutrientes pelas cultivares estudadas, TAA Dama, BRS FC 104, TAA Gol e IPR Tuiuiú, em geral, foram menores que as observadas em trabalhos desenvolvidos anteriormente. NO entanto, a exportação de potássio por tonelada de grãos em todas as cultivares foi muito superior ao relatado anteriormente em outros trabalhos, possivelmente devido ao alto teor de potássio no solo.

O acúmulo de nutrientes foi diretamente relacionado à produção de massa seca pelas cultivares. Portanto, devido à alta produção de MS houve maior acúmulo de nutrientes pelas cultivares nos diferentes estádios de desenvolvimento. Ao final do ciclo, mesmo considerando os diferentes hábitos de crescimento e tipo das cultivares, a produção de MS e acúmulo de nutrientes foram semelhantes.

A cultivar de ciclo precoce TAA Gol acumulou maiores quantidades de nutrientes no início do desenvolvimento, evidenciando que para cultivares de ciclo mais rápido é recomendável antecipar as adubações, disponibilizando nutrientes na época de maior demanda. Por sua vez, para cultivares de ciclo mais longo, é possível o aproveitamento de adubações de cobertura mais tardias, pois essas demandam maiores quantidades de nutrientes no estágio reprodutivo, devido também à maior produção de MS nesse estágio de desenvolvimento.

O uso de propiconazol como regulador de crescimento não reduziu a altura de plantas e não induziu a produção de ramos vegetativos, independentemente do tipo da cultivar, e mostrou que mesmo em cultivares do tipo crescimento indeterminado, a produtividade não foi influenciada pela aplicação do produto

Nesse estudo foi avaliado o efeito do propiconazol em uma única aplicação, no estágio fenológico V4 com quatro trifólios. É possível que um maior número de aplicações do produto possa produzir os efeitos desejados: redução dos internódios (altura da planta) e

produção de maior número de ramos vegetativos, refletindo em maior produtividade de grãos. No entanto, isso deverá ser avaliado em outros trabalhos.

## REFERÊNCIAS

- ALMEIDA, O.; MELO, H. C. D.; PORTES, T. D. A. "Crescimento e produção de feijoeiro comum em resposta a aplicação combinada de nitrogênio e paclobutrazol." **Revista Caatinga**, v. 29, n. 1, p. 127-132, 2016.
- ANDRADE, J. P. R.; SCAPIM, C. A.; BRACCINI, A. L.; MARTORELL, D. T. Controle de crescimento do feijoeiro semeado no verão/outono com aplicação do fungicida propiconazol. SEMINÁRIO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA E TECNOLÓGICA, 2013, **Anais...** Belo Horizonte, 2013.
- ARTECA, R. N. **Plant growth substances: principles and applications**. Springer Science e Business Media, 2013.
- CONAB. Companhia Nacional de Abastecimento. **Acompanhamento da safra brasileira de grãos**. V. 7 - SAFRA 2019/20 - N. 1 - Primeiro levantamento, outubro 2019. Disponível em: <[https://www.conab.gov.br/component/k2/item/download/29039\\_f309ac254b698224266e20403d4aca29](https://www.conab.gov.br/component/k2/item/download/29039_f309ac254b698224266e20403d4aca29)>. Acesso em: 27 out. 2019.
- DAMIAN, J. M.; SANTI A. L.; CHERUBIN M. R.; CASTRO PIAS O. H. de. SIMON, D. H.; DA SILVA, R. F. "Doses e épocas de aplicação de nitrogênio para o feijoeiro cultivado na safrinha." **Agrarian**, v. 11, n. 40, p. 105-113, 2018.
- EMBRAPA. Empresa de Pesquisa e Agropecuária. Embrapa solos. **"Sistema brasileiro de classificação de solos"**. Rio de Janeiro: Centro Nacional de Pesquisa de Solos, 2013.
- FERREIRA, D. F. "Sisvar: a computer statistical analysis system." **Ciência e agrotecnologia**, v. 35, n. 6, p. 1039-1042, 2011.
- GITTI, D. C.; O. ARF, S.; BUZETTI, M. M. R.; FERREIRA, C.; KAPPES, F. H.; KANEKO. R. A. F. R. ("Aplicação de paclobutrazol e doses de nitrogênio em feijão de inverno cultivado em sistema plantio direto." **Scientia Agraria Paranaensis**, v. 11, n. 3, p. 35-46, 2012.
- GUIMARÃES, R. A. M.; BRAZ, A. J. B. P.; SIMON, G. A.; FERREIRA, C. J. B.; BRAZ, G. B. P.; SILVEIRA, P. M. Resposta de cultivares de feijoeiro a adubação nitrogenada em diferentes estádios fenológicos. **Global Science and Technology**, v. 10, n. 1, 2017.
- HUNGRIA, M.; BARRADAS, C. A.; VALLSGROVE, R. M Nitrogen fixation, assimilation and transport during the initial growth stage of *Phaseolus vulgaris* L. **Journal of Experimental Botany**, v. 42, p. 839-844, 1991.
- LANA, R. M. Q.; LANA, A. M. Q.; GOZUEN C. F.; BONOTTO, I.; TREVISAN, L. R. "Aplicação de reguladores de crescimento na cultura do feijoeiro." **Bioscience Journal**, v. 25, n. 1, 2009.
- LIMA, D. D. P.; COBUCCI, T.; KLUTHCOUSKI, J.; OLIVEIRA, P. D.; NASCENTE, A. S. Manejo de nitrogênio associado ao uso de redutor de crescimento vegetativo no feijoeiro. Embrapa Arroz e Feijão-Artigo em anais de congresso (ALICE), In: CONGRESSO NACIONAL DE PESQUISA DE FEIJÃO, 10., 2011, Goiânia. **Anais....** Goiânia, 2011.

- MOREIRA, G. B.; PEGORARO, R. F.; VIEIRA, N.; BORGES, I.; KONDO, M. K. Desempenho agrônômico 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.
- PEREZ, A. A. G.; SORATTO, R. P.; MANZATTO, N. P.; SOUZA, E. d. F. C. de. "Extração e exportação de nutrientes pelo feijoeiro adubado com nitrogênio, em diferentes tempos de implantação do sistema plantio direto." **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 37, n. 5, p. 1276-1287, 2013.
- SAKAKIBARA, H.; TAKEI, K.; HIROSE, N. "Interactions between nitrogen and cytokinin in the regulation of metabolism and development." **Trends in plant science**, v. 11, n. 9, p. 440-448, 2006.
- SALGADO, F. H. M.; SILVA J.; OLIVEIRA, T. C. de.; TONELLO, L. P.; DOS PASSOS, N. G.; FIDELIS, R. R. "Efeito do nitrogênio em feijão cultivado em terras altas no sul do estado de Tocantins Nitrogen effect on bean grown in southern uplands in Tocantins state." **Ambiência**, v. 8, n. 1, p. 125-136, 2012).
- SANTOS, J. B.; GALVILANES, M. L.; VIEIRA, R. F. E.; PINHEIRO, L. R.. Botânica. In: CARNEIRO, J. E.; PAULA JUNIOR, T. J.; BOREM, A. Feijão do plantio à colheita. Viçosa: UFV, 2015.
- TEIXEIRA, G. d. S.; STONE L. HEINEMANN, F. A. B. "**Eficiência do uso da radiação solar e índices morfofisiológicos em cultivares de feijoeiro.**" Embrapa Arroz e Feijão-(ALICE), 2015.
- VENANCIO, W.; RODRIGUES, M.; BEGLIOMINI, E.; SOUZA, N. "Efeitos fisiológicos de fungicidas sobre plantas." **Revisão Anual de Patologia de Plantas**, v. 13, p. 49-73, 2005.
- VIANA, T. D. O.; VIEIRA, N. M. B.; MOREIRA, G. B. L.; BATISTA, R. O.; CARVALHO, S. J. P.de.; RODRIGUES, H. F. F.. Adubação do feijoeiro cultivado no norte de Minas Gerais com nitrogênio e fósforo. **Ceres**, v. 58, n. 1, 2015.