



ARMANDO DE ALBUQUERQUE

**ACÚMULO DE MATÉRIA SECA E
MACRONUTRIENTES EM DIFERENTES
ÓRGÃOS DE CULTIVARES DE FEIJOEIRO EM
FUNÇÃO DE POPULAÇÕES DE PLANTAS E
AMBIENTES DE CULTIVO**

LAVRAS - MG

2010

ARMANDO DE ALBUQUERQUE

**ACÚMULO DE MATÉRIA SECA E MACRONUTRIENTES EM
DIFERENTES ÓRGÃOS DE CULTIVARES DE FEJÓEIRO EM
FUNÇÃO DE POPULAÇÕES DE PLANTAS E AMBIENTES DE
CULTIVO**

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.

Orientador

Dr. Messias José Bastos de Andrade

LAVRAS - MG

2010

**Ficha Catalográfica Preparada pela Divisão de Processos Técnicos da
Biblioteca da UFLA**

Albuquerque, Armando de.

Acúmulo de matéria seca e macronutrientes em diferentes órgãos de cultivares de feijoeiro em função de populações de plantas e ambientes de cultivo / Armando de Albuquerque. – Lavras : UFLA, 2011.

278 p. : il.

Tese (doutorado) – Universidade Federal de Lavras, 2010.

Orientador: Messias José Bastos de Andrade.

Bibliografia.

1. *Phaseolus vulgaris* L. 2. Crescimento. 3. Marcha de acúmulo. 4. Macronutrientes primários. 5. Macronutrientes secundários. I. Universidade Federal de Lavras. II. Título.

CDD – 635.65289

ARMANDO DE ALBUQUERQUE

**ACÚMULO DE MATÉRIA SECA E MACRONUTRIENTES EM
DIFERENTES ÓRGÃOS DE CULTIVARES DE FEIJOEIRO EM
FUNÇÃO DE POPULAÇÕES DE PLANTAS E AMBIENTES DE
CULTIVO**

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 15 de dezembro de 2010.

| | |
|--------------------------------------|-----------------------|
| Dr. Carlos Alberto de Bastos Andrade | UEM |
| Dra. Neiva Maria Batista Vieira | IFSM - Campus Machado |
| Dr. Augusto Ramalho de Moraes | UFLA |
| Dr. Élderis Pereira Botrel | UFLA |

Dr. Messias José Bastos de Andrade
Orientador

LAVRAS - MG

2010

*Ofereço a Deus, que atendeu a todos os meus sonhos.
E aos meus queridos, mãe Lélia e pai Lilo, considerando que isso tudo também
é um sonho.*

Ofereço

Dedico a minha esposa, Michele.

*“...é o ar que eu respiro e nela eu me inspiro, pra falar de amor.
Quando vem pra mim é suave como a brisa.
E o chão que ela pisa se enche de flor.
A mulher que eu amo enfeita a minha vida.
Meus sonhos realiza, me faz tanto bem.
Seu sorriso pra mim é o que há de mais lindo.
E se ela está sorrindo, eu sorrio também.*

Dedico

AGRADECIMENTOS

A Deus, por toda essa natureza exuberante e maravilhosa que nos cerca.

A meus pais, Danilo e Lélia pelo esforço em me “empurrar pra cima”.

A minha esposa, Michele, por uma vida íntegra, com amor e dedicação inequívoca à felicidade.

A minha irmã, Carolina (Nina) e ao Iwan (Risadinha) duas figurinhas carimbadas da minha vida.

Ao Professor Dr. Messias, pela orientação e amizade construída, nesse furacão de oportunidades, desencontros e realizações.

A Universidade Federal de Lavras (UFLA), em especial ao Departamento de Agricultura e ao Setor de Grandes Culturas, pelas oportunidades e apoio em toda trajetória desse feito.

Ao CNPq, pela concessão da bolsa de estudos.

A Professora Dra. Neiva pelos auxílios na “Equipe do Feijão”.

Aos funcionários: João Pila, Alessandro, Júlio, Agnaldo, Corrêa, Manguinha, Sirlei, Marcinho, Dona Dalva e Dona Elsa (DAG), Julinho (DEN), Carzinho (DFP), Pézão (DCS), Orlando e Anderson (XEROX), Saulo e Angélica (Cantina), Arlete e Maria José (Faxina DAG), Marly (Secretaria PG-DAG), Marcinho e Zé Maria (Biblioteca), a todos estes por todas as risadas durante mais de dez anos de bem com a vida.

Aos amigos: Sérgio Batista e Jane, Carlos Nick (Boca Preta), Pedro (Planura) e Rafael (Planurinha), a equipe do NESPD e muitos, mas muitos outros amigos.

Ao Leandro, Gleice, Juliana, Evaldo, Marilanda, Marisa, Neide e Yvone, graças a vocês, a Casa da Dieta Natural serviu como suporte nessa batalha.

Aos Professores Dr. Élberis (Bino) e Dr. Wagner (Guininho) pela amizade, apoio e conselhos que me moldaram para a vida.

“E eu passo a mostrar-vos ainda um caminho sobremodo excelente.

13

Ainda que eu fale as línguas dos homens e dos anjos, se não tiver amor, serei como o bronze que soa ou como o címbalo que retine.

Ainda que eu tenha o dom de profetizar e conheça todos os mistérios e toda a ciência; ainda que eu tenha tamanha fé, a ponto de transportar montes, se não tiver amor, nada serei.

E ainda que eu distribua todos os meus bens entre os pobres e ainda que eu entregue o meu próprio corpo para ser queimado, se não tiver amor, nada disso me aproveitará.

O amor é paciente, é benigno, o amor não arde em ciúmes, não se ufana, não se ensoberbece.

Não se conduz inconvenientemente, não procura os seus interesses, não se exaspera, não se ressentido do mal.

Não se alegra com a injustiça, mas regozija-se com a verdade.

Tudo sofre, tudo crê, tudo espera, tudo suporta.

O amor jamais acaba;

mas havendo profecias, desaparecerão;

havendo línguas, cessarão;

havendo ciência passará;

Porque, em parte, conhecemos e, em parte profetizamos.

Quando, porém, vier o que é perfeito, então o que é em parte será aniquilado.

Quando eu era menino, falava como menino,

sentia como menino, pensava como menino;

quando cheguei a ser homem, desisti das coisas próprias de menino.

Porque, agora, vemos como em espelho, obscuramente;

então, veremos face a face.

Agora, conheço em parte; então, conhecerei como também sou conhecido.

Agora, pois, permanecem a fé, a esperança e o amor,

estes três; porém o maior destes é o amor.”

Paulo, Coríntios 1

Bíblia Sagrada

BIOGRAFIA

ARMANDO DE ALBUQUERQUE, filho de Danilo e Lélia, nasceu dia 8 de junho de 1981, em São Pedro, interior de SP, onde aprontou toda infância e juventude. Aos “trancos e barrancos” cursou os ensinamentos básico, fundamental e médio em inúmeras escolas sendo: “Pinguinho de Gente”, “Pimpão”, E. E. P. G. “Gustavo Teixeira (GT)”, E. E. P. S. G. “José Abílio de Paula (JAP)”, Colégio “Luiz de Queiróz (CLQ)”, Colégio “Convívio”, Colégio São Pedro e Anglo São Pedro. Sem contar o Cursinho do CLQ, em Piracicaba, onde aprimorou seus conhecimentos necessários para o embate contra o vestibular, o qual passou para o curso de agronomia na Universidade Federal de Lavras (UFLA) no segundo semestre de 2000. Em Lavras, morando em repúblicas e adquirindo rumo certo na carreira acadêmica, finalizou o curso de agronomia no segundo semestre de 2004, onde no Departamento de Agricultura cursou o mestrado em Agronomia / Fitotecnia sob orientação do Prof. Dr. Wagner Pereira Reis, finalizando em julho de 2006 onde imediatamente ingressou no doutorado, no mesmo departamento sob a orientação do Prof. Dr. Messias José Bastos de Andrade. Em 15 de Abril de 2006 comemorou bodas na união com Michele dando por certo o futuro pleno de realizações tanto profissionais como emocionais. Em 05 de Janeiro de 2009 iniciou a carreira de empresário, adquirindo a Casa da Dieta Natural, onde vem trabalhando e se dedicando até a presente data. Em janeiro de 2011, concluiu curso de doutorado em Agronomia/Fitotecnia.

RESUMO

Com o objetivo de estudar a marcha de acúmulo, distribuição e extração de matéria seca e nutrientes, em quatro cultivares de feijoeiro-comum submetidas a diferentes densidades populacionais, no sistema convencional e plantio direto, foram conduzidos quatro experimentos de campo, com as cvs. Bolinha (tipo II), Jalo EEP 558 (III), BRS Radiante (I) e Ouro Vermelho (II/III), em plantio direto e convencional. Conduzidos em Lavras (safra: primavera-verão 2006/2007), os experimentos tinham delineamento experimental em blocos casualizados com três repetições e esquema de parcela subdividida, sendo as parcelas representadas pelos dois ambientes, plantio direto (ambiente 1) e convencional (ambiente 2) e, na sub-parcela, fatorial 5x8, envolvendo cinco densidades populacionais e oito datas de coleta. Em cada coleta foram amostradas cinco plantas, separando-se as partes das plantas em haste, folhas, flores+vagens e grãos, para determinação do acúmulo de matéria seca e macronutrientes. Os dados foram submetidos às análises de variância e regressão, com ajuste de curvas representativas do comportamento das características avaliadas. O ciclo das cultivares Bolinha e Jalo EEP 558 desenvolveu-se até aos 73 DAE, em ambos sistemas de cultivo. A cultivar BRS Radiante chegou aos 73 DAE no ambiente 2, enquanto no ambiente 1 apresentou encurtamento de ciclo, com 63 DAE, o menor ciclo entre as cultivares. Já a cultivar Ouro Vermelho alcançou 83 DAE nos dois ambientes. O acúmulo total de MS apresentou-se de maneira ascendente no decorrer do ciclo da cultura. Os acúmulos de N, P, K, Ca, Mg e S apresentaram-se de maneira semelhante aos acúmulos de MS, nas quatro cultivares. A ordem decrescente de acúmulo de nutrientes, média das quatro cultivares, foi diferenciada nas folhas (N>Ca>K>Mg>P>S), vagens (K>N>Ca>Mg>P>S), grãos (N>K>P>Ca>Mg>S) e total (N>K>Ca>Mg>P>S).

Palavras-chave: *Phaseolus vulgaris* L. Crescimento. Marcha de Acúmulo. Macronutrientes Primários. Macronutrientes Secundários.

ABSTRACT

Aiming the study of the accumulation, distribution and extraction of dry matter and nutrients in four common bean cultivars under different population densities, under conventional and non-tillage systems were conducted four field experiments with cvs. Bolinha (type II), Jalo EEP 558 (III), BRS Radiante (I) and Ouro Vermelho (II / III). Conducted in Lavras (season: spring-summer 2006/2007), the experiments were complete block randomized design with three replications and a split-plot, and the plots were the two environments, no-tillage environment (1) and conventional (room 2) and in the sub-plot, 5x8 factorial, involving five population densities and eight collection dates. At each sampling five plants were sampled, separating the parts of plants in the stem, leaves, flowers + pods and grains, for determination of dry matter and accumulation of macronutrients. Data were subjected to analysis of variance and regression, with adjustment of representing curves of the behavior of those features. The cycle of cultivars Bolinha Jalo EEP 558 and developed to 73 DAE in both cropping systems. The BRS Radiant arrived at 73 DAE in environment 2, while in the environment 1 had a shortened cycle, at 63 DAE, the shortest among cultivars. The cultivar Ouro Vermelho reached 83 DAE in both environments. The total accumulation of DM showed cumulatively during the crop cycle. Accumulations of N, P, K, Ca, Mg and S were presented in a similar way to clumps of DM in the four cultivars. The decreasing accumulation order of the nutrients, average of four cultivars, was different in leaves (N> Ca> K> Mg> P> S), pods (K> N> Ca> Mg> P> S), grains (N> K> P> Ca> Mg> S) and total (N> K> Ca> Mg> P> S).

Keywords: *Phaseolus vulgaris* L. Growth. Accumulation march. Primary macronutrients. Secondary macronutrients.

SUMÁRIO

| | | |
|------------|--|------------|
| | PRIMEIRA PARTE | |
| 1 | INTRODUÇÃO..... | 13 |
| | SEGUNDA PARTE – ARTIGOS | |
| | ARTIGO 1 ACÚMULO DE MATÉRIA SECA E MACRONUTRIENTES EM DIFERENTES ÓRGÃOS DO FEIJOEIRO cv. Bolinha EM FUNÇÃO DE POPULAÇÕES DE PLANTAS E AMBIENTES..... | 15 |
| 1 | INTRODUÇÃO..... | 16 |
| 2 | MATERIAL E MÉTODOS..... | 22 |
| 3 | RESULTADOS E DISCUSSÃO..... | 27 |
| 3.1 | Acúmulo de matéria seca..... | 27 |
| 3.2 | Acúmulo de Nitrogênio..... | 33 |
| 3.3 | Acúmulo de Fósforo..... | 39 |
| 3.4 | Acúmulo de Potássio..... | 44 |
| 3.5 | Acúmulo de Cálcio..... | 50 |
| 3.6 | Acúmulo de Magnésio..... | 55 |
| 3.7 | Acúmulo de Enxofre..... | 60 |
| 4 | CONCLUSÕES..... | 63 |
| | REFERÊNCIAS..... | 67 |
| | ANEXO A..... | 73 |
| | ARTIGO 2 ACÚMULO DE MATÉRIA SECA E MACRONUTRIENTES EM DIFERENTES ÓRGÃOS DO FEIJOEIRO cv. Jalo EEP 558 EM FUNÇÃO DE POPULAÇÕES DE PLANTAS E AMBIENTES..... | 77 |
| 1 | INTRODUÇÃO..... | 78 |
| 2 | MATERIAL E MÉTODOS..... | 84 |
| 3 | RESULTADOS E DISCUSSÃO..... | 88 |
| 3.1 | Acúmulo de matéria seca..... | 88 |
| 3.2 | Acúmulo de Nitrogênio..... | 94 |
| 3.3 | Acúmulo de Fósforo..... | 99 |
| 3.4 | Acúmulo de Potássio..... | 104 |
| 3.5 | Acúmulo de Cálcio..... | 108 |
| 3.6 | Acúmulo de Magnésio..... | 112 |
| 3.7 | Acúmulo de Enxofre..... | 116 |
| 4 | CONCLUSÕES..... | 121 |

| | | |
|------------|---|------------|
| | REFERÊNCIAS..... | 122 |
| | ANEXO A..... | 129 |
| | ARTIGO 3 ACÚMULO DE MATÉRIA SECA E MACRONUTRIENTES EM DIFERENTES ÓRGÃOS DO FEIJOEIRO cv. BRS Radiante EM FUNÇÃO DE POPULAÇÕES DE PLANTAS E AMBIENTES..... | 133 |
| 1 | INTRODUÇÃO..... | 134 |
| 2 | MATERIAL E MÉTODOS..... | 140 |
| 3 | RESULTADOS E DISCUSSÃO..... | 145 |
| 3.1 | Acúmulo de matéria seca..... | 145 |
| 3.2 | Acúmulo de Nitrogênio..... | 149 |
| 3.3 | Acúmulo de Fósforo..... | 154 |
| 3.4 | Acúmulo de Potássio..... | 159 |
| 3.5 | Acúmulo de Cálcio..... | 163 |
| 3.6 | Acúmulo de Magnésio..... | 167 |
| 3.7 | Acúmulo de Enxofre..... | 171 |
| 4 | CONCLUSÕES..... | 177 |
| | REFERÊNCIAS..... | 178 |
| | ANEXO A..... | 185 |
| | ARTIGO 4 ACÚMULO DE MATÉRIA SECA E MACRONUTRIENTES EM DIFERENTES ÓRGÃOS DO FEIJOEIRO cv. Ouro Vermelho EM FUNÇÃO DE POPULAÇÕES DE PLANTAS E AMBIENTES..... | 189 |
| 1 | INTRODUÇÃO..... | 190 |
| 2 | MATERIAL E MÉTODOS..... | 196 |
| 3 | RESULTADOS E DISCUSSÃO..... | 201 |
| 3.1 | Acúmulo de matéria seca..... | 201 |
| 3.2 | Acúmulo de Nitrogênio..... | 206 |
| 3.3 | Acúmulo de Fósforo..... | 211 |
| 3.4 | Acúmulo de Potássio..... | 216 |
| 3.5 | Acúmulo de Cálcio..... | 220 |
| 3.6 | Acúmulo de Magnésio..... | 224 |
| 3.7 | Acúmulo de Enxofre..... | 229 |
| 4 | CONCLUSÕES..... | 235 |
| | REFERÊNCIAS..... | 236 |
| | ANEXO A..... | 243 |

| | | |
|------------|---|-----|
| | ARTIGO 5 ACÚMULO DE MATÉRIA SECA E MACRONUTRIENTES EM DIFERENTES ÓRGÃOS DO FEIJOEIRO EM FUNÇÃO DE POPULAÇÕES DE PLANTAS E AMBIENTES..... | 247 |
| 1 | INTRODUÇÃO..... | 248 |
| 2 | MATERIAL E MÉTODOS..... | 254 |
| 3 | RESULTADOS E DISCUSSÃO..... | 259 |
| 3.1 | Partição do acúmulo de macronutrientes..... | 261 |
| 4 | CONCLUSÕES..... | 270 |
| | REFERÊNCIAS..... | 271 |

1 INTRODUÇÃO

O mercado brasileiro de feijão comum (*Phaseolus vulgaris* L.) caracteriza-se por forte preferência pelo tipo comercial carioca que, em muitas regiões, representa mais de 90% do volume comercializado. Esta concentração da produção resulta em menores preços no atacado e excessiva exigência por qualidade, nem sempre alcançada pelo produtor, que comercializa seu produto com deságio. Em Minas Gerais, o segundo tipo mais comercializado é o feijão preto ou jalo, conforme a região. Entretanto, novos tipos vêm se tornando importantes no Estado, como o feijão vermelho na Zona da Mata, onde a cotação de preços chega a ser 25 a 30% superior ao feijão carioca. No Sul de Minas, o mesmo ocorre com o feijão amarelo, Bolinha. Há também demanda por sementes de feijão rajado, face ao interesse de empacotadoras, por ser aceito no mercado internacional.

Estes novos tipos de feijoeiro podem representar uma forma de agregar valor ao produto, apenas com a escolha de nova cultivar. Entretanto, para viabilizar o efetivo emprego destas cultivares, há necessidade de se adequar os atuais sistemas de produção, que nas últimas décadas foram aprimorados para o feijão carioca, geralmente de porte prostrado (tipo III) ou semi-prostrado (tipo II/III); entre as novas opções há cultivares de crescimento determinado (tipo I) e indeterminado arbustivo (tipo II), de comportamento distinto dos primeiros.

O sistema plantio direto é uma realidade para o agricultor, tendo em vista os inúmeros benefícios no solo e nas culturas, contribuindo para o estabelecimento de uma agricultura econômica e ambientalmente sustentável. Por se tratar de ambiente diferente do sistema convencional de manejo, deve ser incluído nos estudos de viabilização das novas cultivares.

Neste sentido, há necessidade cada vez maior de pesquisas básicas que visem melhor estudar a fisiologia e a nutrição, envolvendo o crescimento e a absorção de nutrientes do feijoeiro, neste novo contexto de manejo. É necessário o ajuste de populações de plantas mais adequadas e o estabelecimento de novas recomendações de populações e adubação.

O objetivo do presente trabalho foi estudar o acúmulo e distribuição de matéria seca e macronutrientes, nas diversas partes da planta, em quatro cultivares de feijoeiro-comum, semeadas em diferentes densidades populacionais, em sistema plantio direto e convencional.

ARTIGO 1

**ACÚMULO DE MATÉRIA SECA E MACRONUTRIENTES EM
DIFERENTES ÓRGÃOS DO FEIJOEIRO cv. Bolinha EM FUNÇÃO DE
POPULAÇÕES DE PLANTAS E AMBIENTES**

Artigo submetido á revista *Bean Improvement Cooperative*.

1 INTRODUÇÃO

A população ideal de feijoeiros depende, dentre outros fatores, da arquitetura da planta e da capacidade do solo em fornecer nutrientes e, desta forma, uma recomendação adequada para a cultura deverá considerar a cultivar, ou tipo de planta, a população de plantas e o sistema de manejo. Para cada sistema de manejo e nível de adubação deve haver um nível biologicamente ótimo de população. Da mesma forma, para cada cultivar e sistema de manejo, deverá haver uma população ideal, considerando a quantidade de fertilizantes adequada.

Em geral são recomendados de 0,40 a 0,60 m de espaçamento entre linhas, com 10 a 12 plantas por metro (SILVA, 1996), correspondendo a populações de 167 a 300 mil plantas ha⁻¹, com média de cerca de 235 mil plantas ha⁻¹.

É observada a tendência de se considerar que quanto maior a população de plantas, maior será a produtividade. Sabe-se, entretanto, que populações maiores levam a novo equilíbrio, resultando em pragas, doenças e maior demanda de insumos, como sementes e adubos, entre outros, o que deve ser melhor avaliado, pois pode ser mais interessante para as empresas produtoras de insumos, que para os agricultores. A boa produtividade não deve trazer dificuldades adicionais com a condução e colheita da lavoura, e com maior gasto de insumos, porque isto resultará em menor receita, além de prejudicar o meio ambiente (ALVES JÚNIOR, 2007).

Populações diferentes tendem a manter rendimentos semelhantes, principalmente pela capacidade de compensação entre os componentes do rendimento do feijoeiro, como no caso do número de vagem por planta (FERNANDES, 1987; VILLAMIL LUCAS, 1987; ARF et al., 1990 e VALE,

1994), mas existem diferenças de comportamento das cultivares de diferentes hábitos de crescimento.

De maneira geral, o desenvolvimento da cultura é favorecido pelo sistema plantio direto, pois proporciona maior disponibilidade de água, devido às características da cobertura do solo e, não menos importante, protege o solo dos impactos das gotas de chuva, favorecendo a infiltração, reduzindo perdas de solo por erosão e perda de água por escoamento (STONE; SILVEIRA 1999; URCHEI; RODRIGUES; STONE 2000).

As práticas culturais devem se adequar aos distintos hábitos de crescimento, uma vez que a densidade populacional, por exemplo, correlaciona-se com caracteres varietais (JAUER et al., 2003).

Um melhor desempenho da cultura com o aumento da população é dificultado principalmente pela competição por luz, estabelecida com maior intensidade na fase reprodutiva (BENNETT; ADAMS; BURGA 1977), afetando os componentes de rendimento. Assim, as cultivares de crescimento determinado sofrem menor competição nas maiores densidades que as de crescimento indeterminado, mas há outros fatores, como a fertilidade do solo, condições climáticas e o material genético (ALVES JÚNIOR, 2007).

Dentre outros fatores, a população ideal de feijoeiros é função da arquitetura de plantas e da capacidade do solo apresentar condições favoráveis, dessa forma, uma recomendação adequada de adubação e um sistema de manejo que melhor acondicione o ambiente produtivo, deverá considerar a cultivar, hábito de crescimento, e a população de plantas envolvidas no sistema (SOUZA et al., 2008). A adoção do sistema plantio direto para utilização de cultivares promissoras necessita de avaliações quanto à adaptabilidade dessas cultivares, principalmente em ambientes melhorados com solos mais estruturados e protegidos por palhada.

O hábito de crescimento é considerado um dos caracteres mais importantes do feijoeiro, pois é essencial na descrição das cultivares, na escolha das mais adequadas para o plantio nas mais variadas condições de cultivo e na obtenção de novas cultivares pelo melhoramento (SANTOS; GAVILANES, 2006).

O rendimento de grãos pode ser afetado pela densidade populacional, fato este relacionado ao hábito de crescimento da planta de feijoeiro (SHIMADA; ARF; SÁ, 2000; STONE; PEREIRA, 1994). Trabalhos sobre influência da densidade populacional em cultivares de diferentes hábitos de crescimento têm mostrado que há incremento de produtividade com o aumento da população (SILVA; LIMA; MENEZES, 2007; SOUZA; ANDRADE; ALVES, 2004). Solos mais férteis e com melhor disponibilidade de água, como em sistema plantio direto, por exemplo, podem favorecer esse tipo de resultado. Este raciocínio é partilhado por Faria (1980), para quem a população não deve ser alta em situações de limitação de solo ou água.

Para avaliar os efeitos de fatores de manejo sobre as plantas, a análise de crescimento é fundamental, devendo ser complementada pela marcha de absorção de nutrientes, a qual permite conhecer as quantidades de nutrientes absorvidas e a absorção relativa em cada fase da cultura, fornecendo informações básicas sobre as épocas mais adequadas para a aplicação dos fertilizantes. Em espécies com raízes pouco profundas e altamente exigentes como o feijoeiro, essas informações são ainda mais valiosas (VIEIRA, 2009).

O acúmulo de matéria seca (MS) em função da densidade populacional do feijoeiro também é parâmetro para se avaliar de forma quantitativa o crescimento das plantas. Jauer (2003) e Zobot et al. (2004) demonstraram que o acúmulo de matéria seca ocorre ao longo de todo o ciclo, chegando à colheita com maior quantidade de biomassa.

Conforme Cobra Netto (1967), Brandes (1971), Rosolem (1987), Bulisani (1994) e Vieira (2006), o acúmulo de MS do feijoeiro (*Phaseolus vulgaris* L.) apresenta comportamento padrão. As hastes acumulam MS até a floração, quando estabiliza. As folhas iniciam o ciclo suavemente, acumulando de forma aguda até a fase de enchimento de grãos; após essa fase, inicia-se o processo de desfolha, causando decréscimo no acúmulo. Os órgãos reprodutivos, flores e vagens, acumulam MS até o final do ciclo da cultura. Os grãos sofrem acúmulo acentuado desde o seu surgimento até a colheita.

Lopes e Carvalho (1988) apontaram que a taxa de acúmulo de matéria seca é sequencial, modificando-se conforme o estágio de crescimento da planta. No início, folhas e raízes são drenos preferenciais; por certo período, os caules assumem relevância e, a partir do florescimento, com o aparecimento das vagens, estas passam a ser os drenos preferenciais.

A maioria dos trabalhos concorda quanto aos nutrientes mais extraídos pelo feijoeiro, o N e o K, seguidos do Ca. As variações nos resultados aparecem no acúmulo do S, Mg e P, sendo essa ordem obtida por Haag et al. (1967), Cobra Netto et al. (1971), Malavolta e Lima Filho (1997) e Garrido et al. (2000). Em função das condições experimentais, pequenas variações podem ocorrer, como nos trabalhos de El-Husny (1992) com a cv. Carioca Mg>S>P, Vieira (2006) com as cultivares Ouro Negro e Talismã Mg>P>S em plantio convencional e Andrade et al. (2000) com a cultivar Carioca-MG P>Mg>S em solo de várzea.

O nitrogênio, em particular, tem grande importância, principalmente nas fases de florescimento e enchimento de grãos, pois, como há vagens e grãos crescendo quase ao mesmo tempo, a demanda por N nessa fase é alta (PORTES, 1996). Dessa forma, o feijoeiro não absorve todo o N que necessita nos primeiros 50 dias do ciclo (ROSOLEM, 1987). Westermann et al. (1981) observaram absorção de até 3,5 kg ha⁻¹ dia⁻¹ no período de enchimento de grãos,

num estudo realizado com nove cultivares de feijoeiro. Gallo e Miyasaka (1961) afirmam que, no período de 33 a 44 dias após o estabelecimento da cultura, ocorre absorção máxima de nitrogênio, com cerca de $2,46 \text{ kg de N ha}^{-1} \text{ dia}^{-1}$, na cv. Chumbinho Opaco.

Segundo Araújo, Vieira e Miranda (1994), a absorção do nitrogênio ocorre praticamente durante todo o ciclo da cultura, mas, a época de maior exigência, quando a velocidade de absorção é máxima, acontece dos 35 aos 50 DAE.

Em relação ao fósforo, a maior velocidade de absorção dá-se dos 30 aos 55 dias, compreendendo desde o período do aparecimento dos botões florais até o final do florescimento, acentuando-se ainda mais entre 45 e 55 dias, época em que começa a formação das vagens, sendo que o feijoeiro cv. Carioca absorve cerca de $0,21 \text{ kg de P.ha}^{-1}.\text{dia}^{-1}$. Até aos 55 dias, a maior quantidade de fósforo absorvido localiza-se nas folhas e, a partir deste período, é aparente uma translocação do nutriente para as vagens (ROSOLEM, 1987). Na cv. Chumbinho Opaco, no período de 33 a 44 dias, Gallo e Miyasaka (1961) determinam absorção de $0,27 \text{ kg de P.ha}^{-1}.\text{dia}^{-1}$.

A maior demanda de potássio pelo feijoeiro ocorre entre 25 e 35 DAE, período de diferenciação dos botões florais, quando a absorção média é de $1,69 \text{ kg de K.ha}^{-1}.\text{dia}^{-1}$ e entre 45 e 55 dias, correspondendo ao final do florescimento, com demanda média de absorção de $3,29 \text{ kg de K ha}^{-1} \text{ dia}^{-1}$ na cv. Carioca (ROSOLEM, 1987). No período de 33 a 44 dias, Gallo e Miyasaka (1961), estudando a cv. Chumbinho Opaco, relatam uma demanda de $2,17 \text{ kg de K ha}^{-1} \text{ dia}^{-1}$. Segundo Rosolem (1996), a quase totalidade do K é absorvida pelo feijoeiro até 40-50 DAE. Entretanto, a resposta aos fertilizantes potássicos são pouco frequentes no Brasil ou de pequena magnitude, em função da fertilidade natural dos solos, com teores médios a altos de K e da curta duração dos ciclos das cultivares (MORAES, 1988).

O cálcio atinge seu ponto máximo de absorção entre 10 e 15 DAE, tanto nos feijoeiros de porte determinado como indeterminado. Segundo Haag et al. (1967), a absorção máxima de cálcio pelo feijoeiro, cv. Chumbinho Opaco, ocorre em torno dos 50 DAE. Ocorre intensamente dos 27 aos 55 dias, compreendendo o período de diferenciação floral até o final do florescimento, fase em que a absorção média é de $1,52 \text{ kg de Ca ha}^{-1} \text{ dia}^{-1}$ na cv. Carioca (ROSOLEM, 1987).

O enxofre tem sua velocidade de absorção relativamente alta desde os 25 dias, atingindo sua máxima absorção no final do florescimento, ocasião em que atinge, aproximadamente, a $0,80 \text{ kg de S ha}^{-1} \text{ dia}^{-1}$ na cv. Carioca (ROSOLEM, 1987). Haag et al. (1967) observaram que, na cv. Chumbinho Opaco, a absorção máxima ocorre em torno dos 70 DAE.

O objetivo do presente trabalho foi estudar o acúmulo e distribuição de matéria seca e macronutrientes, nas diversas partes da planta do feijoeiro cv. Bolinha, semeado em diferentes densidades populacionais, em sistema plantio direto e convencional.

2 MATERIAL E MÉTODOS

O estudo constou de um experimento, conduzido na área experimental do Departamento de Agricultura (DAG), Setor de Grandes Culturas da Universidade Federal de Lavras (UFLA), em Lavras - MG, em Latossolo Vermelho distroférico (EMBRAPA, 2009), originalmente sob cerrado, em duas áreas contíguas, uma em sistema de plantio direto (ambiente 1), e outra em convencional (ambiente 2). Resultados de análises químicas de amostras do solo, coletadas à profundidade de 0-20cm, antes da semeadura do feijão, nos dois ambientes, podem ser visualizados na Tabela 1.

Lavras situa-se a uma altitude média de 918 metros, a 21°14' de latitude Sul e 45°00' de longitude Oeste de Greenwich, e seu clima de acordo com a classificação internacional de Köppen, é mesotérmico cwb (LAVRAS, 1993). Os experimentos foram conduzidos na safra primavera-verão 2006/2007, caracterizada por excessiva precipitação pluvial. A precipitação total foi de 1,143,2mm, sendo registradas temperaturas, média diária de 22,2°C, máxima de 32,8°C e mínima de 11,8°C. A umidade relativa do ar apresentou média de 80,6%. A variação diária dos dados meteorológicos, cedida pela Estação Climatológica de Lavras - MG é apresentada na Figura 1.

Tabela 1 Resultados da análise química de amostra do solo na área experimental, profundidade 0 a 20 cm em dois ambientes. UFLA, Lavras, 2010*

| Características | Ambiente 1** | Ambiente 2** |
|---------------------------------------|--------------|--------------|
| pH em H ₂ O | 6,5 AcF | 5,3 AcM |
| P (Mehlich 1) mg.dm ⁻³ | 8,2 Ba | 8,9 Ba |
| K (Mehlich 1) mg.dm ⁻³ | 84,0 B | 62,0 M |
| Ca cmolc.dm ⁻³ | 2,5 B | 1,6 M |
| Mg cmolc.dm ⁻³ | 0,9 M | 0,4 Ba |
| Al cmolc.dm ⁻³ | 0,0 Ba | 0,3 Ba |
| S mg.dm ⁻³ | 11,8 MB | 31,7 MB |
| Matéria Orgânica dag.kg ⁻¹ | 2,6 M | 3,4 M |
| V (%) | 63,2 B | 30,2 Ba |

* Análises realizadas no Laboratório de Fertilidade do Solo do Departamento de Ciência do Solo da UFLA.

** Interpretação de acordo com Alvarez V. et al. (1999). AcF = acidez fraca, AcM = acidez média, Ba = teor baixo, M = médio, B = bom, MB = muito bom.

No ambiente 1, a semeadura foi realizada sob palhada de capim braquiária, dessecada 30 dias antes da semeadura com 2,5 L.ha⁻¹ de Roundup[®] e oito dias antes da semeadura com 2,0 L.ha⁻¹ de Gramoxone[®]. No ambiente 2, o preparo do solo constou de uma aração e duas gradagens. A cultivar Bolinha, de feijoeiro-comum (*Phaseolus vulgaris* L.) foi semeada aos 21 dias de novembro do ano de 2006.

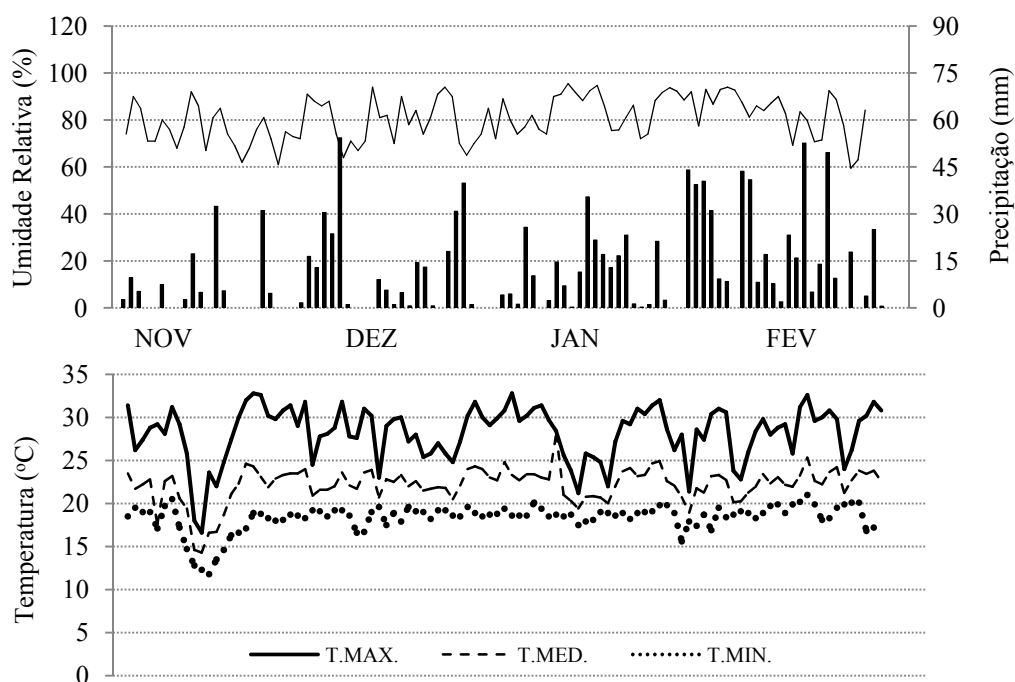


Figura 1 Variação diária das temperaturas máxima, média e mínima, umidade relativa do ar e precipitação pluvial em Lavras, de novembro de 2006 a fevereiro de 2007. Fonte: Estação Climatológica de Lavras, situada no *campus* da UFLA

Conforme Alves (2008), a cultivar Bolinha é de uso generalizado entre agricultores do Sul de Minas, possui grãos amarelos, arredondados, crescimento indeterminado, hábito de tipo II, porte ereto, peso de 100 grãos de 32 a 33g e ciclo médio.

Cada parcela foi constituída de 4 linhas de 5 m de comprimento, com espaçamento de 0,5 m entre linhas (10 m²); como parcela útil foram consideradas as duas linhas centrais (5m²). A semeadura foi feita de modo manual, adotando-se a densidade de semeadura ideal para se atingir as populações desejadas. Todas as parcelas receberam idêntica adubação, proporcional a 400 kg.ha⁻¹ do formulado 8-28-16, determinada por meio da

interpretação dos resultados de análise do solo (Tabela 1), segundo Chagas et al. (1999). Não foi feita a correção do solo (ALVAREZ V.; RIBEIRO, 1999). A adubação nitrogenada de cobertura foi realizada aos 21 dias após emergência, no estágio V₃-V₄ (FERNANDEZ; GEPTS; LÓPEZ, 1985), utilizando-se 30 kg.ha⁻¹ de N, fonte uréia. Os tratos culturais foram os normalmente dispensados à cultura na região e o experimento não recebeu irrigação.

O delineamento experimental utilizado foi em blocos casualizados, com três repetições, com tratamentos dispostos no esquema de parcela subdividida, sendo as parcelas representadas pelos dois ambientes, e na sub-parcela, fatorial 5x7, envolvendo cinco densidades de plantio (75, 145, 215, 285 e 355 mil plantas.ha⁻¹) e sete idades das plantas (10, 20, 30, 40, 50, 60 e 70 DAE, no ambiente 1) e (13, 23, 33, 43, 53, 63 e 73 DAE, no ambiente 2).

Para se obter o acúmulo de matéria seca da parte aérea ao longo do ciclo da cultura, foram realizadas coletas a cada 10 dias a partir do 10º dia após emergência (DAE), no ambiente 1, e a partir do 13º dia após emergência (DAE), no ambiente 2. Em cada coleta foram amostradas cinco plantas por meio de corte a 1 cm do solo, separando-se as partes das plantas em haste, folhas, flores + vagens e grãos, sendo posteriormente o material seco em estufa com circulação forçada de ar a 65-70°C, até peso constante. Esses materiais foram pesados em balança de precisão, determinando-se, o peso da matéria seca das partes da planta, transformado em acúmulo de matéria seca por hectare.

Para estudar o progresso do acúmulo de nutrientes na parte aérea ao longo do ciclo da cultura, foram utilizadas amostras da matéria seca, trituradas e encaminhadas ao Laboratório de Análise Foliar, no Departamento de Ciências do Solo da UFLA, para a realização das análises dos teores de macronutrientes. Os teores de N foram obtidos quimicamente pelo método Kjeldahl; o P, K, Ca, Mg, S por digestão com ácido nítrico e perclórico e determinados nos extratos: P em colorimetria, K fotometria de chama; S turbidimetria; Ca e Mg

espectrofotometria de absorção atômica, conforme Malavolta e Lima Filho (1997). A partir dos teores dos macronutrientes e do acúmulo de matéria seca em cada coleta, foi obtida a marcha de acúmulo ($\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$) de cada um dos nutrientes.

As coletas periódicas foram utilizadas no ajuste de curvas de regressão por ambientes e densidades populacionais em função de dias após a emergência (DAE). As curvas corresponderam aos acúmulos de matéria seca e nutrientes em haste (H), haste+folha (H+F), haste+folha+ órgãos reprodutivos: flores e vagens (H+F+V) e planta total (T); incluindo hastes, folhas, flores, vagens e grãos (T). Os efeitos de ambientes foram avaliados pelo teste F (BANZATTO; KRONKA, 1995) e os efeitos das populações de plantas por regressão, com posterior seleção das equações mais representativas das relações entre as variáveis envolvidas, seguindo a significância do modelo e o valor do coeficiente de determinação (R^2) (GOMES, 1990). Para as análises estatísticas e ajustes dos modelos de regressão foi utilizado o programa SAS cuja licença autorizada pertence à UFLA (SAS, 2010).

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 Acúmulo de matéria seca

Conforme Cobra Netto (1967), Brandes (1971), Rosolem (1987), Bulisani (1994) e Vieira (2006), o acúmulo de MS do feijoeiro (*Phaseolus vulgaris* L.) apresenta comportamento padrão. As hastes acumulam MS até a floração, quando estabiliza. As folhas iniciam o ciclo suavemente, acumulando de forma aguda até a fase de enchimento de grãos; após essa fase, inicia-se o processo de desfolha, causando decréscimo no acúmulo. Os órgãos reprodutivos, flores e vagens, acumulam MS até o final do ciclo da cultura. Os grãos sofrem acúmulo acentuado desde o seu surgimento até a colheita.

As análises de variância relativas à matéria seca (MS) de hastes, hastes+folhas, hastes+folhas+vagem e total do experimento conduzido são resumidas na Tabela 1 ANEXO A. As análises revelaram que não houve significância da interação tripla em nenhuma situação, no entanto, as interações duplas foram significativas, exceto sistema x idade da planta (DAE) em relação a matéria seca de haste+folha+vagem. Na prática, estes resultados indicam que os efeitos dos fatores foram interdependentes, dois a dois.

Na Figura 2 é apresentado o desdobramento da interação sistema x idade da planta, com as curvas e equações cúbicas ajustadas. No caso da matéria seca de haste + folha + vagem não houve ajuste e o efeito da idade da planta é representado pelo valor médio, para o ambiente 1 e ambiente 2, da ordem de 1097 kg.ha⁻¹ e 661 kg.ha⁻¹, respectivamente (Figura 2). Analisando as curvas ajustadas, observa-se que o acúmulo de MS é crescente com a idade da planta, mas que no ambiente 1 houve maior acúmulo na haste e haste + folha, resultando em maior MS total, comparando-se ao ambiente 2. Os máximos

acúmulos de MS total foram 2287 kg.ha⁻¹, no ambiente 1 e 1587 kg.ha⁻¹ no ambiente 2, alcançados aos 69 DAE e 63 DAE, respectivamente.

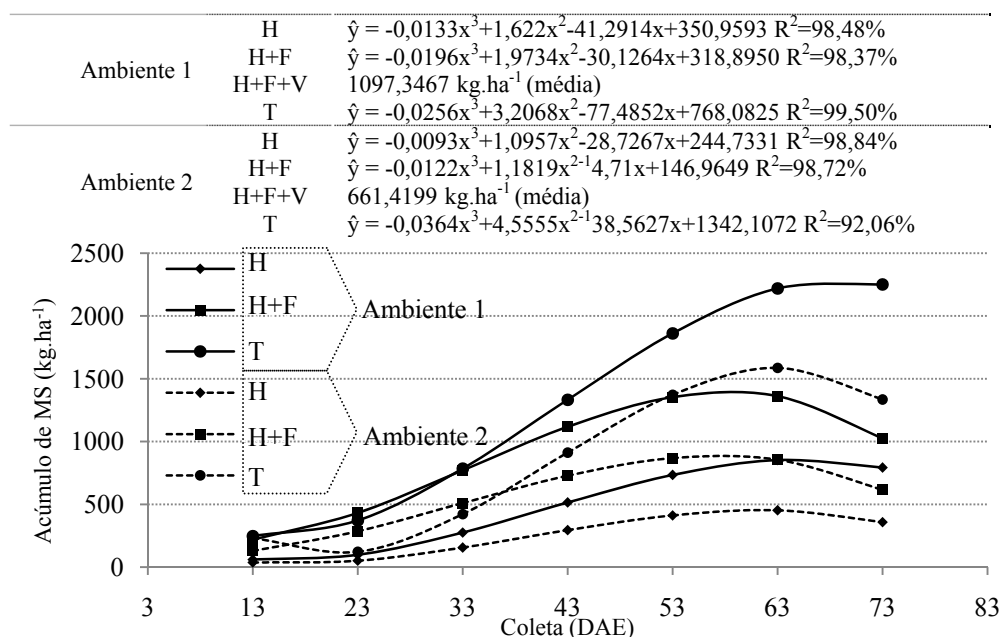


Figura 2 Marcha de acúmulo de matéria seca na parte aérea do feijoeiro, cultivar Bolinha nos ambientes 1 e 2 no decorrer do ciclo da cultura, safra primavera-verão 2006/2007. UFLA, 2010

Na Figura 3, a interação sistema x população foi desdobrada em relação ao acúmulo de matéria seca. De maneira geral, nos dois sistemas, à medida que aumentou a população, aumentou o acúmulo de matéria seca. No ambiente 2, foram ajustadas equações quadráticas em todas as partes da planta. O acúmulo máximo de MS total foi de 2026 kg.ha⁻¹ na população de 355 mil plantas.ha⁻¹, sugerindo maiores acúmulos de MS se maiores fossem as populações. No ambiente 1, as equações ajustadas em todas partes da planta foram cúbicas, com máximo acúmulo de MS total na população de 355 mil plantas.ha⁻¹ com 1797 kg.ha⁻¹, também crescentes até o final do ciclo. Nas outras partes da planta, os

máximos acúmulos de MS também ocorreram na população de 355 mil plantas.ha⁻¹.

Os máximos acúmulos de MS elevaram-se significativamente com o incremento nas populações de acordo com modelos cúbicos ou lineares ascendentes, cujos pontos de máximo acúmulo de MS total e os respectivos momentos do ciclo em que o ocorreram, são apresentados na Tabela 2.

| | | |
|------------|-------|---|
| Ambiente 1 | H | $\hat{y} = 0,000099x^3 - 0,060742x^2 + 12,556884x - 428,824889$ R ² =97,35% |
| | H+F | $\hat{y} = 0,000198x^3 - 0,122496x^2 + 25,102980x - 852,388927$ R ² =98,85% |
| | H+F+V | $\hat{y} = 0,000259x^3 - 0,162093x^2 + 33,099662x - 1148,486442$ R ² =98,94% |
| | T | $\hat{y} = 0,000289x^3 - 0,182469x^2 + 37,678214x - 1280,970413$ R ² =99,40% |
| Ambiente 2 | H | $\hat{y} = 0,007006x^2 - 1,432106x + 167,329324$ R ² =97,50% |
| | H+F | $\hat{y} = 0,014937x^2 - 2,943722x + 363,249158$ R ² =98,13% |
| | H+F+V | $\hat{y} = 0,019106x^2 - 3,861647x + 485,476335$ R ² =98,71% |
| | T | $\hat{y} = 0,022616x^2 - 4,703747x + 616,52842$ R ² =98,96% |

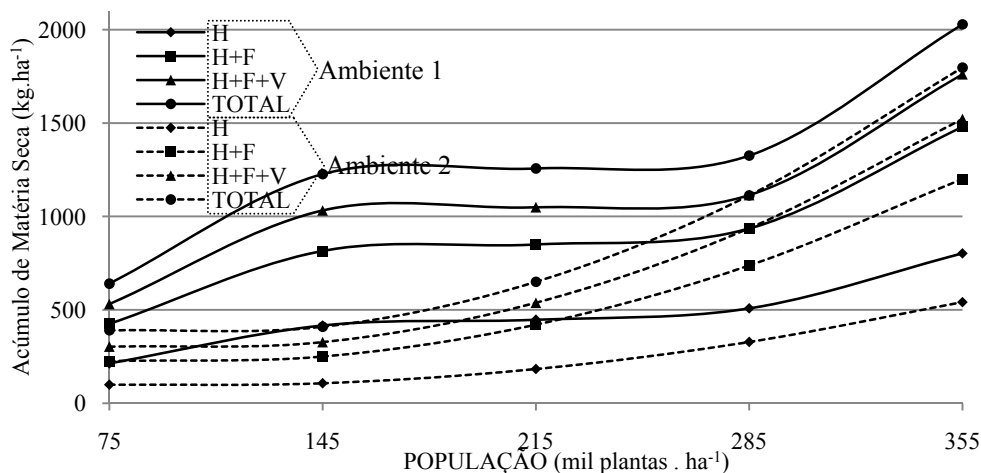


Figura 3 Acúmulo de matéria seca (kg.ha⁻¹) na parte aérea da cultivar Bolinha em função de populações de plantas e ambientes de cultivo, safra primavera-verão 2006/2007. UFLA, 2010

Outra abordagem sobre o comportamento do acúmulo de matéria seca pelo feijoeiro, nos dois ambientes e diferentes populações de planta considerou-se apenas os dados finais, obtidos por ocasião da última coleta, esses resultados são apresentados na Figura 4 e Tabela 3.

Tabela 2 Equações das curvas ajustadas e respectiva idade da planta* (DAE) onde ocorreu máximo acúmulo de matéria seca (MAX) (kg.ha⁻¹) na parte aérea da cultivar Bolinha dentro de cada população e parte da planta (PP), safra primavera-verão 2006/2007. UFPA, 2010

| Pop. | PP | Equação e R ² | DAE | MAX |
|--------|-------|--|-----|------|
| 75mil | H | $\hat{y} = 2,676581x + 14,132637$ R ² =35,27% | 73 | 210 |
| | H+F | $\hat{y} = -0,295743x^2 + 31,374852x - 370,356316$ R ² =75,04% | 53 | 462 |
| | H+F+V | $\hat{y} = -0,321019x^2 + 37,06152x - 478,683128$ R ² =70,97% | 58 | 591 |
| | T | $\hat{y} = -0,021304x^3 + 2,744468x^2 - 86,318542x + 833,46491$ R ² =83,39% | 65 | 977 |
| 145mil | H | $\hat{y} = -0,007872x^3 + 0,970381x^2 - 24,976568x + 206,22191$ R ² =99,31% | 66 | 522 |
| | H+F | $\hat{y} = -0,333391x^2 + 40,391734x - 434,93778$ R ² =91,09% | 61 | 788 |
| | H+F+V | $\hat{y} = -0,022213x^3 + 2,598063x^2 - 65,727766x + 600,0981$ R ² =99,12% | 62 | 1218 |
| | T | $\hat{y} = 27,093601x - 326,948661$ R ² =95,74% | 73 | 1651 |
| 215mil | H | $\hat{y} = 7,584833x - 55,927833$ R ² =93,79% | 73 | 498 |
| | H+F | $\hat{y} = -0,404329x^2 + 43,7311x - 398,362671$ R ² =95,48% | 54 | 784 |
| | H+F+V | $\hat{y} = -0,367736x^2 + 47,403295x - 485,353836$ R ² =93,62% | 65 | 1042 |
| | T | $\hat{y} = 25,873899x - 221,859077$ R ² =96,93% | 73 | 1667 |
| 285mil | H | $\hat{y} = -0,011062x^3 + 1,313945x^2 - 29,766074x + 228,86781$ R ² =96,67% | 66 | 808 |
| | H+F | $\hat{y} = -0,016993x^3 + 1,585878x^2 - 12,921354x + 112,46544$ R ² =95,68% | 58 | 1382 |
| | H+F+V | $\hat{y} = -0,025405x^3 + 2,755657x^2 - 51,870268x + 454,67250$ R ² =97,95% | 61 | 1778 |
| | T | $\hat{y} = 39,037506x - 395,357518$ R ² =98,32% | 73 | 2454 |
| 355mil | H | $\hat{y} = -0,026684x^3 + 3,207069x^2 - 89,5782x + 794,553449$ R ² =97,50% | 62 | 1209 |
| | H+F | $\hat{y} = -0,040802x^3 + 4,353871x^2 - 95,53019x + 978,217846$ R ² =96,35% | 58 | 2123 |
| | H+F+V | $\hat{y} = -0,061338x^3 + 7,044419x^2 - 184,8748x + 1768,3646$ R ² =95,74% | 60 | 2787 |
| | T | $\hat{y} = -0,053368x^3 + 6,636416x^2 - 182,46790x + 1807,4845$ R ² =96,42% | 66 | 3331 |

* Os valores de 73 DAE são referentes ao último dia de coleta.

Tabela 3 Média de acúmulo final de MS (kg.ha⁻¹) na cultivar Bolinha em diferentes populações, no ambiente 1 e ambiente 2, safra primavera-verão 2006/2007. UFPA, 2010

| Parte da planta | Ambiente | População de plantas (mil plantas.ha ⁻¹) | | | | |
|-----------------|------------|--|-------|-------|-------|-------|
| | | 75 | 145 | 215 | 285 | 355 |
| Haste | Ambiente 2 | 207a | 226b | 242b | 531b | 711b |
| | Ambiente 1 | 403a | 763a | 637a | 1033a | 1154a |
| Haste+folha | Ambiente 2 | 336a | 328b | 421a | 782a | 1088a |
| | ambiente 1 | 676a | 989a | 765a | 1330a | 1462a |
| H+F+V | Ambiente 2 | 568a | 543b | 651a | 1192a | 1724a |
| | ambiente 1 | 924a | 1453a | 1216a | 1815a | 2013a |
| Total | Ambiente 2 | 1063a | 965b | 1086b | 2046a | 2891a |
| | ambiente 1 | 1306a | 2086a | 1974a | 2772a | 3023a |

*Pares de médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem significativamente pelo teste F a 5% de probabilidade.

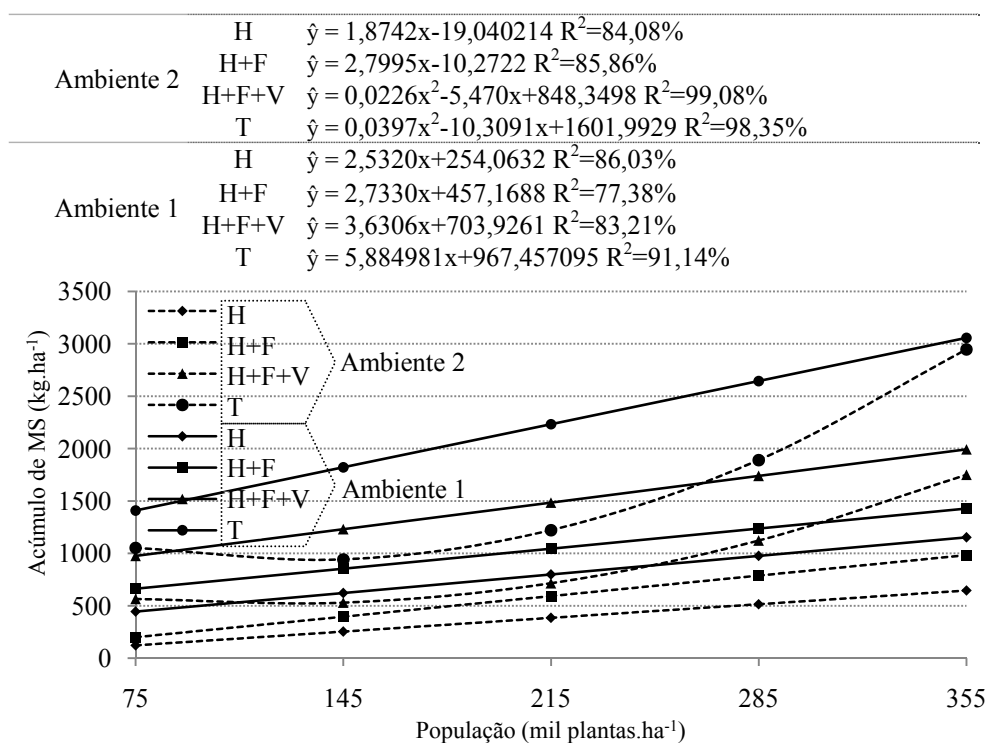


Figura 4 Acúmulo final de MS (kg.ha^{-1}) da cultivar Bolinha em diferentes populações, no ambiente 1 e ambiente 2, safra primavera-verão 2006/2007. UFLA, 2010

Na Figura 4 verifica-se que a cultivar Bolinha (tipo II), à medida que se aumentou a população de plantas, elevou-se o acúmulo final de MS, em todas partes da planta, com predominância de efeito linear.

O comportamento de acréscimo no acúmulo total de MS do presente trabalho, apresentaram comportamento com certa similaridade aos resultados obtidos por alguns autores (SILVA, 1985; TEIXEIRA et al., 2000), apesar de diferente aos apresentados em outros trabalhos (SHIMADA; ARF; SÁ, 2000; GOMES et al., 2000; JAUER et al., 2003; ZABOT et al., 2004), sendo o acúmulo total de MS aumentado conforme acrescida a população de plantas.

Segundo Vieira (2006), tanto no ambiente 1, (sistema plantio direto) quanto no ambiente 2 (convencional), a cultivar Talismã produziu mais matéria seca que a cultivar Ouro Negro. Na mesma tabela observa-se que as cultivares Talismã e Ouro Negro produziram, em média, 4938 e 2014 kg.ha⁻¹ de matéria seca total na parte aérea, respectivamente, com média geral de 3476 kg.ha⁻¹ de matéria seca total. O valor inferior do acúmulo de matéria seca por parte da cv. Ouro Negro foi influenciado pelo desempenho no ambiente 1, por tratar-se de área em primeiro ano de incorporação ao processo produtivo. A mesma linha conclusiva pode ser atribuída ao presente trabalho, uma vez que o ambiente 1 apresentou superioridade em fertilidade do solo em quesitos como acidez do solo, saturação por bases, além da condução do manejo, que foi em sistema plantio direto, que proporciona melhorias em muitos aspectos ao solo.

Na Tabela 4 pode ser observado que não houve diferença significativa entre os ambientes na população mais baixa, ou seja, 75 mil plantas.ha⁻¹. À medida que se incrementou a população, entretanto, as diferenças entre os sistemas também aumentaram, apresentaram-se significativas. O melhor ambiente proporcionado pelo ambiente 1 resultou em maior crescimento das plantas, as quais acumularam mais matéria seca até a ocasião da última coleta.

Para o feijoeiro, cultivar Bolinha, tipo II, avaliando-se o acúmulo final de MS nas partes da planta, apresentou-se de maneira semelhante aos resultados de Bulisani (1994) com a cultivar Goiano Precoce, de hábito tipo I. Diferindo, no entanto, das cultivares Carioca (III), Bico de Ouro (III), Rico 23 (II) e Rosinha G2 (III). Os resultados obtidos por El-Husny (1992), também apresentaram a cv. Carioca com superioridade à cultivar do presente ensaio.

Esta superioridade dos trabalhos de Bulisani (1994) e El-Husny (1992) pode ser creditada ao excesso de chuvas ocorrido na safra primavera-verão 2006/2007, também ao patamar de fertilidade apresentado pelo solo do presente ensaio, principalmente o ambiente 1 cuja saturação por bases esteve abaixo do

recomendado para o feijoeiro, e o pH do solo estava bem baixo. As discrepâncias se acentuam quando é levado em conta o fato de os autores citados terem trabalhado em ensaios de vasos em casa de vegetação, isso pode incorrer uma série de transformações numéricas que sobrepujam os resultados apresentados no presente trabalho.

3.2 Acúmulo de nitrogênio

As análises de variância relativas aos acúmulo de N na haste, haste+folha, haste+folha+vagem e total, podem ser visualizadas no resumo apresentado na Tabela 2 ANEXO A. Verifica-se que não houve significância da interação tripla, no entanto, todas as interações duplas apresentaram-se significativas.

Na Figura 5 é apresentada a marcha de acúmulo de N pela cultivar Bolinha nos dois ambientes. A análise não detectou significância da idade das plantas sobre o acúmulo de N em haste+folha e haste+folha+vagem. Todavia, houve efeito significativo sobre a marcha de acúmulo de N nas hastes e total, com ajuste de equações cúbicas, exceto no caso das hastes, do ambiente 2, onde o ajuste se deu com equação linear.

O acúmulo total de N no ambiente 2 foi inferior ao do ambiente 1 (Figura 5) o que reflete o maior crescimento do feijoeiro, neste último, conforme verificado em termos de acúmulo de matéria seca. No ambiente 1 o máximo acúmulo total foi de 59 kg.ha^{-1} contra 54 kg.ha^{-1} de N no ambiente 2, respectivamente, aos 64 DAE e 72 DAE, praticamente na mesma época (Figura 5).

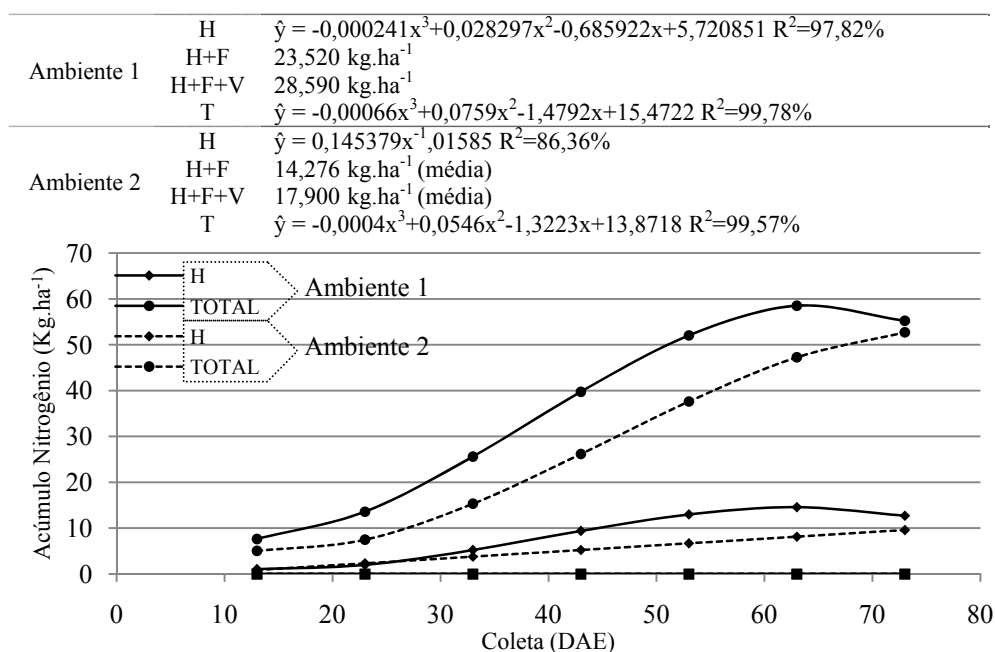


Figura 5 Marcha de acúmulo de Nitrogênio (kg.ha⁻¹) na parte aérea do feijoeiro, cultivar Bolinha no ambiente 1 e ambiente 2 no decorrer do ciclo da cultura, safra primavera-verão 2006/2007. UFLA, 2010

A interação sistema x população foi significativa nos dois sistemas de manejo, ambiente 1 e ambiente 2, para o acúmulo de N em todas as partes da planta (Tabelas 2 ANEXO A). De maneira geral verificou-se que, em ambos os ambientes, o incremento da população aumentou o acúmulo de N.

Na cv. Bolinha, conforme demonstra a Figura 6, em todas as partes da planta foram ajustadas equações quadráticas no ambiente 2 e cúbicas no ambiente 1, com máximo acúmulo total de N na população 355 mil plantas.ha⁻¹, com 46,6 kg.ha⁻¹ e 51,1kg.ha⁻¹ nos sistemas ambiente 1 e ambiente 2, respectivamente.

As equações ajustadas a partir da interação população x idade da planta referentes ao acúmulo de N nas partes da planta se mostram na Tabela 5, onde

estão apresentados os pontos de máximo acúmulo de N e as respectivas idades da planta referentes a esses pontos máximos.

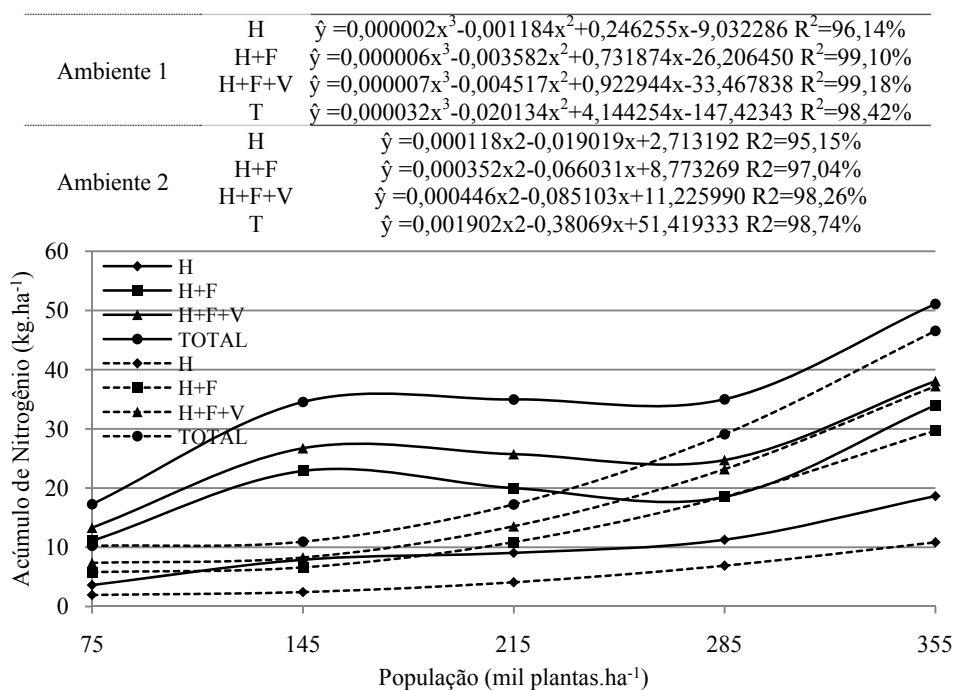


Figura 6 Marcha de acúmulo de Nitrogênio (kg.ha⁻¹) na parte aérea do feijoeiro, cultivar Bolinha no ambiente 1 e ambiente 2 em função de população de plantas, safra primavera-verão 2006/2007. UFLA, 2010

Tabela 4 Equações, idade da planta (DAE) e respectivo máximo (Máx.) acúmulo de Nitrogênio ($\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$) nas partes da planta (PP), da cultivar Bolinha em função de populações, safra primavera-verão 2006/2007. UFLA, 2010

| Pop. | PP | Equação | R ² (%) | DAE | Máx. |
|--------|-------|--|--------------------|-----|------|
| 75mil | H | $\hat{y} = -0,8+0,082565x$ | 89,42% | 73 | 5 |
| | H+F | $\hat{y} = 3,03+0,127048x$ | 50,69% | 73 | 12 |
| | H+F+V | $\hat{y} = 1,43+0,208976x$ | 68,22% | 73 | 17 |
| | T | $\hat{y} = -4,3+0,421071x$ | 97,08% | 73 | 26 |
| 145mil | H | $\hat{y} = -1,6+0,16025x$ | 88,76% | 73 | 10 |
| | H+F | $\hat{y} = -14+1,33381x-0,012914x^2$ | 87,41% | 52 | 21 |
| | H+F+V | $\hat{y} = 16,1-1,772736x+0,075347x^2-0,000695x^3$ | 98,33% | 58 | 31 |
| | T | $\hat{y} = 18,3-1,9414x+0,0759x^2-0,0006x^3$ | 99,11% | 68 | 49 |
| 215mil | H | $\hat{y} = -0,7+0,131976x$ | 91,05% | 73 | 9 |
| | H+F | $\hat{y} = -12+1,410631x-0,01x^2$ | 94,35% | 48 | 21 |
| | H+F+V | $\hat{y} = -18+1,759021x-0,02x^2$ | 88,05% | 51 | 27 |
| | T | $\hat{y} = -2,2+0,6223x$ | 91,54% | 73 | 43 |
| 285mil | H | $\hat{y} = -2,1+0,251679x$ | 85,54% | 73 | 16 |
| | H+F | $\hat{y} = -20+2,063017x-0,02x^2$ | 87,19% | 51 | 32 |
| | H+F+V | $\hat{y} = 7,78-0,851454x+0,064028x^2-0,000666x^3$ | 93,59% | 57 | 44 |
| | T | $\hat{y} = -5,4+0,9255x$ | 95,72% | 68 | 62 |
| 355mil | H | $\hat{y} = 5,29-0,58295x+0,027771x^2-0,000235x^3$ | 99,62% | 66 | 20 |
| | H+F | $\hat{y} = 16-1,207742x+0,07939x^2-0,000834x^3$ | 97,31% | 55 | 51 |
| | H+F+V | $\hat{y} = 40,1-4,041721x+0,169341x^2-0,001572x^3$ | 97,42% | 57 | 69 |
| | T | $\hat{y} = 44,4-4,2935x+0,1655x^2-0,0014x^3$ | 96,74% | 62 | 81 |

O acúmulo de N ao longo do ciclo foi dependente da população de plantas (Tabela 4), onde se verifica que o incremento da população antecipou o máximo acúmulo de N em todas as partes da planta. Em outras palavras, na cv. Bolinha, quanto maior a população de plantas, mais cedo ocorreu o ponto de máximo acúmulo de N.

Deve ser ressaltado ainda que este comportamento do acúmulo de N na cv. Bolinha em função da população de plantas seguiu, em linhas gerais, o comportamento do acúmulo de MS.

Na Figura 7 é apresentado o comportamento do acúmulo final de N, verificado por ocasião da última coleta, em função das populações, nos dois ambientes. O acúmulo de N foi sempre crescente e quase sempre linear. Este resultado, portanto, acompanhou o já descrito comportamento do acúmulo de matéria seca. Fato este, que, está de acordo com o relatado por alguns autores,

no sentido de que o padrão de acúmulo de N no feijoeiro acompanha o padrão do acúmulo de matéria seca (BULISANI, 1994; EL-HUSNY, 1992).

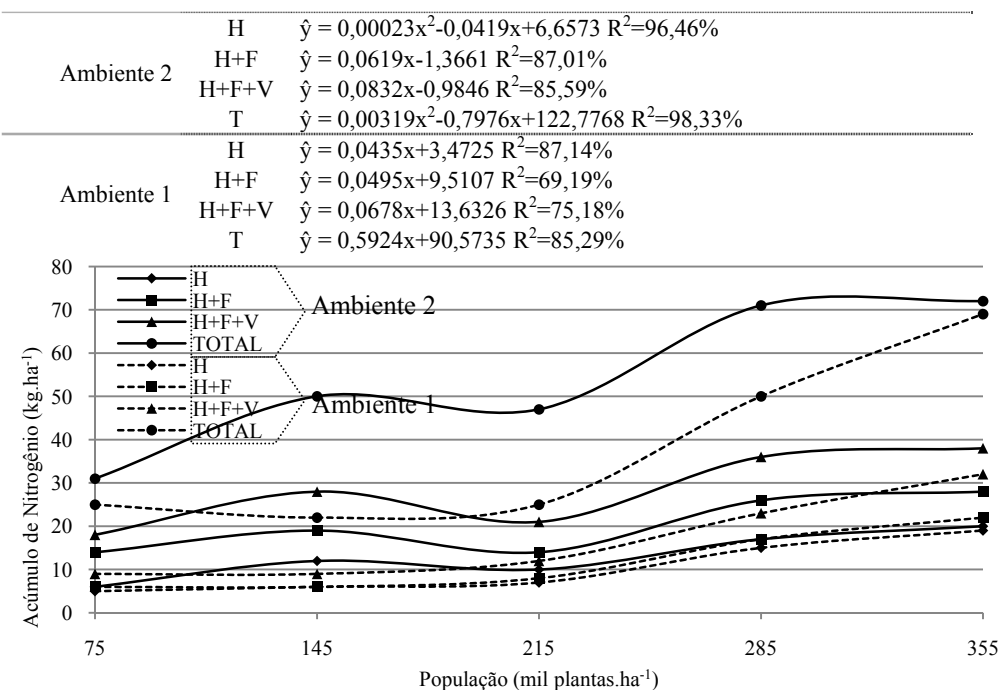


Figura 7 Acúmulo de N (kg.ha^{-1}) da cultivar Bolinha em diferentes populações, no ambiente 1 e ambiente 2, safra primavera-verão 2006/2007. UFLA, 2010

Na Tabela 5 observa-se que não houve diferença significativa entre os ambientes na população mais baixa ($75 \text{ mil plantas.ha}^{-1}$). Entretanto, à medida que se incrementou a população, as diferenças entre os ambientes também aumentaram, tornando-se significativas. Nestes casos, o ambiente 1 apresentou maior acúmulo de N, mais uma vez acompanhando, em linhas gerais, o comportamento do acúmulo de MS. As melhores características de fertilidade do solo proporcionadas pelo ambiente 1 resultaram em maior crescimento das

plantas que, por sua vez, acumularam mais N. Este resultado é corroborado por outros como os de Vieira (2006) e Vieira (2009).

Tabela 5 Média de acúmulo final de N ($\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$) na cultivar Bolinha em diferentes populações, no ambiente 1 e ambiente 2, safra primavera-verão 2006/2007. UFLA, 2010

| Parte da planta | Ambientes | População de plantas ($\text{mil plantas}\cdot\text{ha}^{-1}$) | | | | |
|-----------------|------------|--|-----|-----|-----|-----|
| | | 75 | 145 | 215 | 285 | 355 |
| Haste | ambiente 2 | 5a | 6b | 7a | 15a | 19a |
| | ambiente 1 | 6a | 12a | 10a | 17a | 20a |
| Haste+folha | ambiente 2 | 6a | 6a | 8a | 17a | 22a |
| | ambiente 1 | 14a | 19a | 14a | 26a | 28a |
| H+F+V | ambiente 2 | 9a | 9a | 12a | 23a | 32a |
| | ambiente 1 | 18a | 28a | 21a | 36a | 38a |
| Total | ambiente 2 | 25a | 22b | 25a | 50a | 69a |
| | ambiente 1 | 31a | 50a | 47b | 71a | 72a |

*Pares de médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem significativamente pelo teste F a 5% de probabilidade.

Os acúmulos totais finais de N na cultivar Bolinha apresentaram-se com inferioridade aos resultados obtidos por El-Husny (1992), com a cultivar Carioca, e por Bulisani (1994), com as cultivares Carioca, Goiano Precoce, Bico de Ouro, Rosinha G2 e Rico 23.

3.3 Acúmulo fósforo

As análises de variância relativas ao acúmulo de P na haste, haste+folha, haste+folha+vagem e total pela cultivar Bolinha estão resumidas na Tabela 3 ANEXO A. Em nenhuma situação houve significância da interação tripla. As interações duplas foram sempre significativas.

A Figura 8 mostra o desdobramento da interação sistema x idade da planta. A marcha de acúmulo de P nas diferentes partes da planta evidenciou que o máximo acúmulo total de P no ambiente 2 ocorreu aos 66 DAE, com 18 kg.ha⁻¹; no ambiente 1, ocorreu aos 63 DAE, com 33 kg.ha⁻¹.

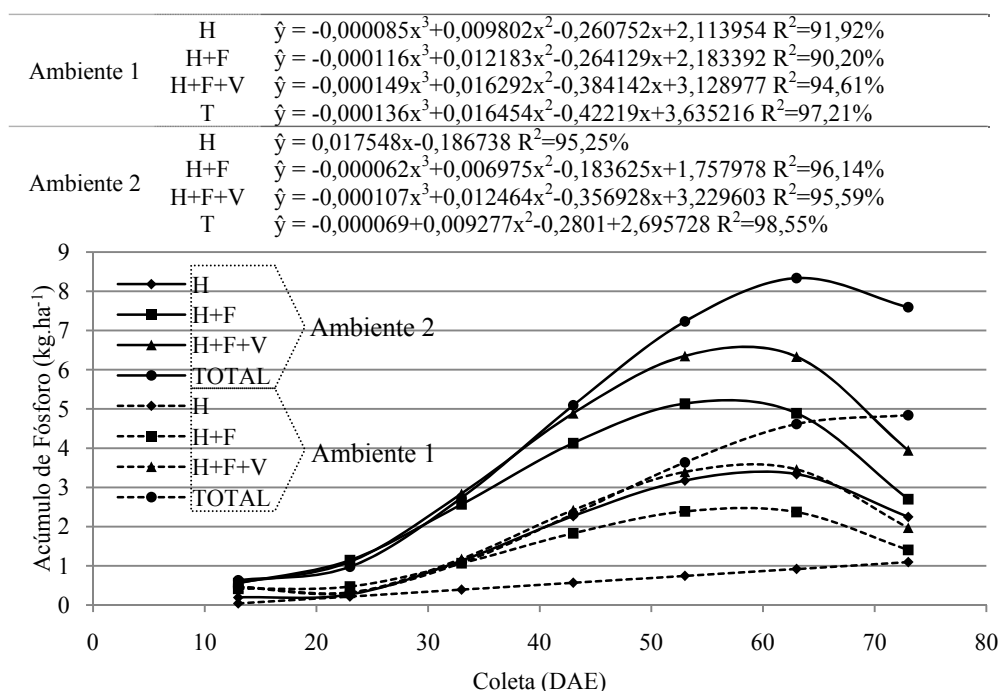


Figura 8 Marcha de acúmulo de Fósforo (kg.ha⁻¹) na parte aérea do feijoeiro, cultivar Bolinha no ambiente 1 e ambiente 2 no decorrer do ciclo da cultura, safra primavera-verão 2006/2007. UFLA, 2010

Nota-se, portanto, que houve maior acúmulo de P no ambiente 1, sistema que também acumulou P mais precocemente. Este fato certamente está relacionado ao maior teor de matéria orgânica e umidade no solo do ambiente 1, o que facilita a nutrição fosfatada. O P chega até a rizosfera radicular basicamente por difusão, processo altamente dependente da umidade do solo, que é significativamente superior no ambiente 1 (STONE; SILVEIRA, 1999; TORRES; PEREIRA; FABIAN, 2008).

O acúmulo de P apresentou interação sistema x população significativa para todas as partes da planta, nos dois ambientes (Tabela 3 ANEXO A). As equações ajustadas para cada cultivar nos respectivos ambientes e parte da planta estão apresentadas na Figura 9.

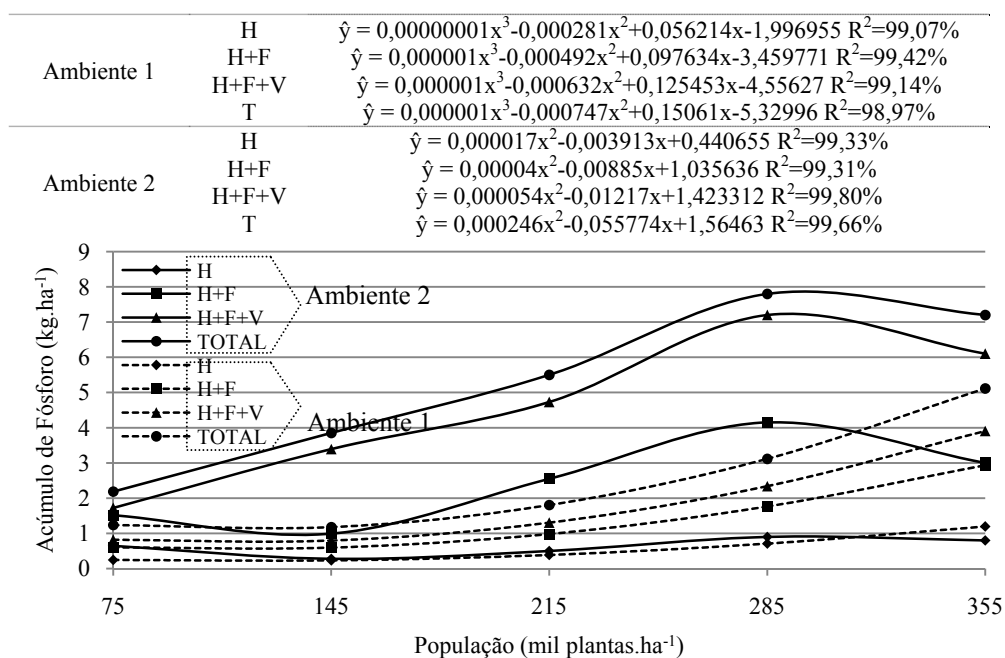


Figura 9 Acúmulo de Fósforo (kg.ha^{-1}) na parte aérea da cultivar Bolinha em função de população de plantas dentro de cada sistema de manejo, safra primavera-verão 2006/2007. UFLA, 2010

A cv. Bolinha teve, no ambiente 1, ajuste de equações cúbicas em todas as partes da planta, com máximo acúmulo total de P na maior população (355 mil plantas.ha⁻¹) com 43 kg.ha⁻¹. No ambiente 2, todas as partes da planta apresentaram equações quadráticas, também com máximo acúmulo total de P na maior população (355 mil plantas.ha⁻¹), com 18 kg.ha⁻¹ (Tabela 5).

Verificou-se, portanto, que o acúmulo de P nos feijoeiros aumentou com o incremento da população de plantas. O acúmulo foi crescente até às maiores populações (300 a 355 mil plantas.ha⁻¹).

A interação população x idade da planta foi significativa (Tabela 3 ANEXO A). Este resultado sugere que nesta cultivar o acúmulo de P ao longo do ciclo variou com a população de plantas, o que pode ser observado na Tabela 6 O máximo acúmulo total de P, entretanto, ocorreu predominantemente nas maiores populações.

Tabela 6 Equações das curvas ajustadas, idade da planta (DAE) e respectivo máximo acúmulo (Máx.) de Fósforo ($\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$) em função de idade da planta, dentro de cada população (Pop.) e parte da planta (PP), safra primavera-verão 2006/2007. UFLA, 2010

| Pop. | PP | Equação | DAE | Máx. |
|--------|-------|---|-----|------|
| 75mil | H | $\hat{y} = 0,016988x - 0,197869$ $R^2=81,58\%$ | 73 | 1 |
| | H+F | $\hat{y} = 0,021917x + 0,074488$ $R^2=59,98\%$ | 73 | 2 |
| | H+F+V | $\hat{y} = 0,032589x - 0,138006$ $R^2=71,62\%$ | 73 | 2 |
| | T | $\hat{y} = -0,99796 + 0,06408x$ $R^2=94,29\%$ | 73 | 4 |
| 145mil | H | $\hat{y} = -0,000044x^3 + 0,005203x^2 - 0,140033x + 1,124715$ $R^2=94,69\%$ | 62 | 2 |
| | H+F | $\hat{y} = -0,000076x^3 + 0,008311x^2 - 0,201006x + 1,674325$ $R^2=96,22\%$ | 58 | 3 |
| | H+F+V | $\hat{y} = -0,000111x^3 + 0,012712x^2 - 0,340421x + 2,862484$ $R^2=96,46\%$ | 59 | 4 |
| | T | $\hat{y} = 3,01411 - 0,3469x + 0,01231x^2 - 0,000099x^3$ $R^2=97,44\%$ | 65 | 5 |
| 215mil | H | $\hat{y} = -0,00062x^2 + 0,079044x - 1,04965$ $R^2=85,00\%$ | 64 | 1 |
| | H+F | $\hat{y} = -0,000066x^3 + 0,006726x^2 - 0,135719x + 1,103636$ $R^2=95,74\%$ | 56 | 3 |
| | H+F+V | $\hat{y} = -0,000091x^3 + 0,009738x^2 - 0,219429x + 1,725254$ $R^2=94,97\%$ | 57 | 4 |
| | T | $\hat{y} = 2,47467 - 0,284489x + 0,01079x^2 - 0,000088x^3$ $R^2=99,24\%$ | 65 | 5 |
| 285mil | H | $\hat{y} = -0,000044x^3 + 0,005052x^2 - 0,121908x + 0,937388$ $R^2=88,04\%$ | 62 | 2 |
| | H+F | $\hat{y} = -0,000095x^3 + 0,010103x^2 - 0,227497x + 1,984838$ $R^2=89,14\%$ | 57 | 4 |
| | H+F+V | $\hat{y} = -0,00013x^3 + 0,014441x^2 - 0,35669x + 3,021479$ $R^2=92,31\%$ | 58 | 6 |
| | T | $\hat{y} = -1,612899 + 0,13017x$ $R^2=94,50\%$ | 73 | 8 |
| 355mil | H | $\hat{y} = -0,000107x^3 + 0,012507x^2 - 0,348812x + 2,999135$ $R^2=95,44\%$ | 60 | 4 |
| | H+F | $\hat{y} = -0,000188x^3 + 0,020773x^2 - 0,536306x + 4,998227$ $R^2=93,55\%$ | 57 | 7 |
| | H+F+V | $\hat{y} = -0,000276x^3 + 0,031405x^2 - 0,866163x + 7,763525$ $R^2=94,37\%$ | 58 | 7 |
| | T | $\hat{y} = 8,03019 - 0,8643x + 0,02978x^2 - 0,00024x^3$ $R^2=95,84\%$ | 64 | 12 |

Na Tabela 7 observa-se que não houve diferença significativa entre os ambientes na população mais baixa (75 mil plantas. ha^{-1}). Entretanto, à medida que se aumentou a população, as diferenças entre os sistemas aumentaram, tornando-se significativas, o ambiente 1 apresentou maior acúmulo de P, também acompanhando, em linhas gerais os comportamentos dos acúmulos de matéria seca e de nitrogênio. Estes resultados são corroborados por outros, obtidos por Vieira (2006).

Tabela 7 Média de acúmulo final de P ($\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$) na cultivar Bolinha em diferentes populações, no ambiente 1 e ambiente 2, safra primavera-verão 2006/2007. UFLA, 2010

| Parte da planta | Sistema | População de plantas ($\text{mil plantas}\cdot\text{ha}^{-1}$) | | | | |
|-----------------|------------|--|------|------|------|-------|
| | | 75 | 145 | 215 | 285 | 355 |
| H | ambiente 2 | 0,6a | 0,5a | 0,7a | 1,4a | 1,9a |
| | ambiente 1 | 1,4a | 2,2b | 1,8a | 2,9b | 3,3b |
| H+F | ambiente 2 | 0,6a | 0,6a | 0,8a | 1,5a | 2,1a |
| | ambiente 1 | 2,0a | 2,8a | 2,1a | 3,5a | 4,1a |
| H+F+V | ambiente 2 | 1,1a | 0,9a | 1,3a | 2,3a | 3,3a |
| | ambiente 1 | 2,5a | 3,9b | 3,1a | 4,7b | 5,4a |
| Total | ambiente 2 | 3,5a | 2,7b | 3,3b | 6,0b | 8,5b |
| | ambiente 1 | 4,4a | 7,1a | 6,7a | 9,3a | 10,4a |

*Pares de médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem significativamente pelo teste F a 5% de probabilidade.

Na Figura 10 são apresentados os comportamentos do acúmulo final de P, verificado por ocasião da última coleta em função das populações, nos dois sistemas de manejo. Observa-se que o acúmulo de P foi sempre crescente. Este resultado acompanhou o já descrito para os acúmulos de matéria seca e nitrogênio e é corroborado por Vieira (2006).

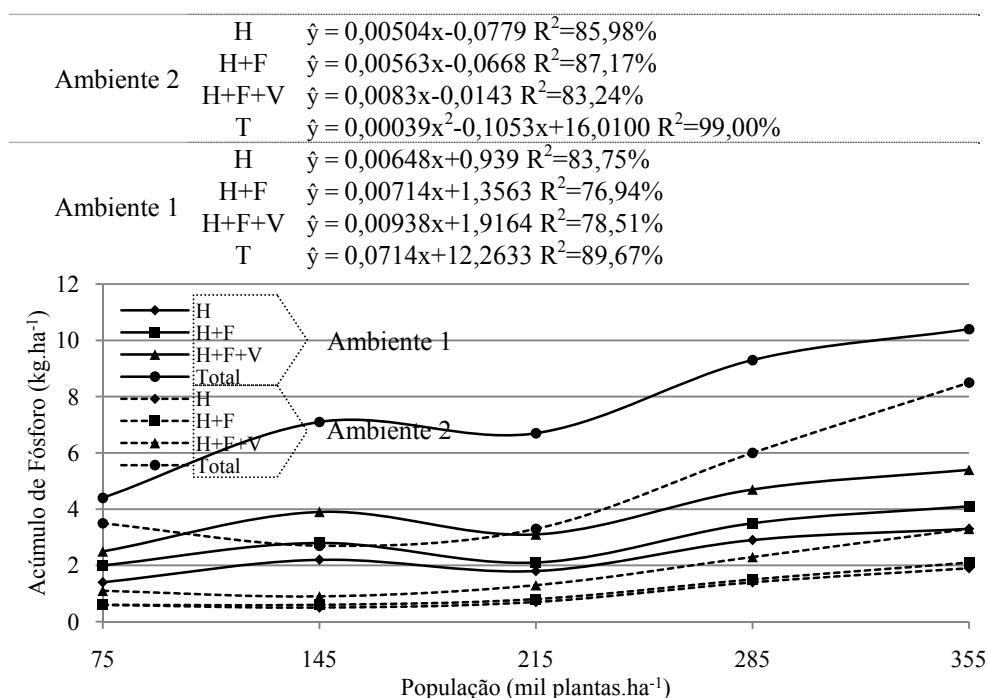


Figura 10 Acúmulo de P ($\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$) da cultivar Bolinha em diferentes populações, no ambiente 1 e ambiente 2, safra primavera-verão 2006/2007. UFLA, 2010

Os acúmulos finais de P apresentaram-se, com muita semelhança, mas superando, não raras ocasiões, aos resultados obtidos por Bulisani (1994) e El-Husny (1992).

3.4 Acúmulo Potássio

As análises de variância relativas ao acúmulo de K na haste, haste+folha, haste+folha+vagem e total pela cultivar Bolinha estão resumidas nas Tabelas 4 ANEXO A. Em nenhuma situação houve significância da interação tripla e a interação população x idade da planta somente foi significativa no experimento com a cultivar Bolinha em haste e haste+folha+vagem e total. As demais

interações duplas foram significativas, exceto sistema x idade da planta no experimento com a cultivar Bolinha, que não apresentou significância em acúmulo total de K.

Na Figura 11 é apresentada a marcha de acúmulo de K na cultivar Bolinha, para o desdobramento da interação sistema x idade da planta. O ponto de máximo acúmulo total de K ocorreu aos 67 DAE, com 95 kg.ha⁻¹, no ambiente 2. Já no ambiente 1, o acúmulo máximo de N total ocorreu aos 73 DAE, com 167 kg.ha⁻¹.

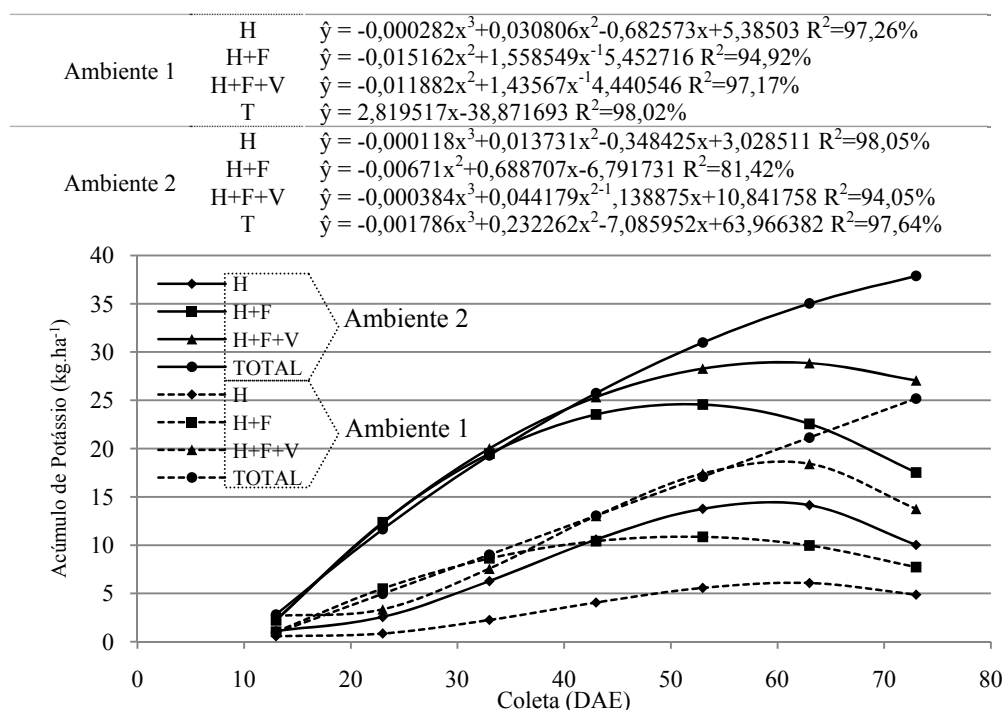


Figura 11 Marcha de acúmulo de Potássio (kg.ha⁻¹) na parte aérea do feijoeiro, cultivar Bolinha no ambiente 1 e ambiente 2 no decorrer do ciclo da cultura, safra primavera-verão 2006/2007. UFLA, 2010

Verifica-se, portanto, que assim como aconteceu para N e P, foi maior o acúmulo total de K no ambiente 1, em comparação ao ambiente 2. Este resultado

está associado ao elevado teor de K na palhada do ambiente 1 e à maior CTC do solo, decorrente do maior teor de matéria orgânica.

O acúmulo de K apresentou interação sistema x população significativa, exceto para acúmulo total de K na cv. Bolinha (Tabela 4 ANEXO A). As equações ajustadas para cada cultivar nos respectivos ambientes e parte da planta estão apresentadas na Figura 12.

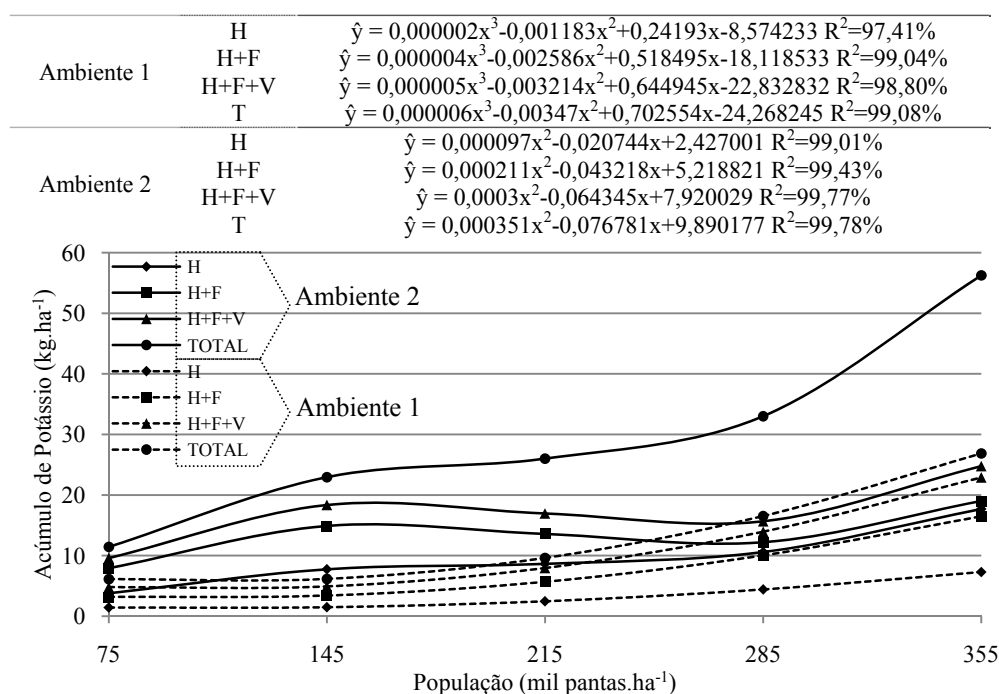


Figura 12 Acúmulo de Potássio (kg.ha^{-1}) na parte aérea da cultivar Bolinha em função de população de plantas dentro de cada sistema de manejo, safra primavera-verão 2006/2007. UFLA, 2010

A interação sistema x população para acúmulo de K apresentou significância para todas partes de planta, nos dois sistemas, com ajustes de equações quadráticas no ambiente 2, e cúbicas no ambiente 1. Para acúmulo total de K, os acúmulos máximos apresentados foram 27 kg.ha^{-1} no ambiente 2 e

56 kg.ha⁻¹ no ambiente 1, ambos na população de 355mil plantas.ha⁻¹ (Figura 12).

Com relação à interação população x idade da planta, somente a cultivar Bolinha apresentou significância (haste, haste+folha e total).

A interação significativa sugere o acúmulo de K variou com a população de plantas, o que pode ser observado na Tabela 8. É possível verificar que, de maneira geral, o incremento da população antecipou o máximo acúmulo de K, pelo menos nos em haste e haste+folha+vagem. Já o acúmulo total de K apenas foi antecipado na população de 355 mil plantas.ha⁻¹.

Tabela 8 Equações das curvas ajustadas, idade da planta (DAE) e respectivo máximo acúmulo (Máx.) de Potássio (kg.ha⁻¹) em função de idade da planta, dentro de cada população (Pop.) e parte da planta (PP), safra primavera-verão 2006/2007. UFLA, 2010

| Pop. | PP | Equação ou média | DAE* | Máx. |
|--------|-------|---|----------------|------|
| 75mil | H | $\hat{y} = 0,067732x - 0,406768$ R ² =81,78% | 73 | 5 |
| | H+F | 5,53 kg.ha ⁻¹ (média) | * ¹ | 6 |
| | H+F+V | $\hat{y} = 0,176298x - 0,48175$ R ² =88,90% | 73 | 12 |
| | T | $\hat{y} = -3,0948 + 0,271536x$ R ² =96,04% | 73 | 17 |
| 145mil | H | $\hat{y} = -0,000216x^3 + 0,024857x^2 - 0,657466x + 5,479992$ R ² =97,51% | 60 | 9 |
| | H+F | 9,89 kg.ha ⁻¹ (média) | * ¹ | 10 |
| | H+F+V | $\hat{y} = -0,007094x^2 + 0,904566x - 10,424379$ R ² =88,83% | 64 | 18 |
| | T | $\hat{y} = -3,34046 + 0,413488x$ R ² =93,43% | 73 | 27 |
| 215mil | H | $\hat{y} = -0,003427x^2 + 0,391887x - 4,595057$ R ² =95,02% | 57 | 7 |
| | H+F | 10,02 kg.ha ⁻¹ (média) | * ¹ | 10 |
| | H+F+V | $\hat{y} = -0,008935x^2 + 0,994237x - 10,07801$ R ² =96,58% | 56 | 18 |
| | T | $\hat{y} = -0,921637 + 0,367054x$ R ² =94,50% | 73 | 26 |
| 285mil | H | $\hat{y} = -0,0002x^3 + 0,021989x^2 - 0,457597x + 3,457671$ R ² =97,00% | 61 | 12 |
| | H+F | 14,61 kg.ha ⁻¹ (média) | * ¹ | 15 |
| | H+F+V | $\hat{y} = -0,011421x^2 + 1,348304x - 14,267361$ R ² =93,34% | 59 | 26 |
| | T | $\hat{y} = -2,765899 + 0,547839x$ R ² =96,91% | 73 | 37 |
| 355mil | H | $\hat{y} = -0,000449x^3 + 0,05157x^2 - 1,362143x + 12,035619$ R ² =93,63% | 60 | 19 |
| | H+F | 22,95 kg.ha ⁻¹ (média) | * ¹ | 23 |
| | H+F+V | $\hat{y} = -0,000681x^3 + 0,074339x^2 - 1,509802x + 15,49755$ R ² =94,56% | 61 | 45 |
| | T | $\hat{y} = 15,05359 - 1,365476x + 0,06524x^2 - 0,00054x^3$ R ² =95,95% | 68 | 54 |

* Os valores de 73 DAE são referentes ao último dia de coleta.

1- acúmulo médio de K conforme a não significância de H+F, interação população x idade da planta.

Na Figura 13 é apresentado o acúmulo final de K verificado por ocasião da última coleta, em função das populações, nos dois sistemas de manejo. Pode-se observar que o acúmulo de K foi crescente, quadrático, no ambiente 2, e cúbico no ambiente 1.

Na Tabela 9 observa-se que não houve diferença significativa entre os ambientes na população menor (75mil plantas.ha⁻¹). Entretanto, à medida que se incrementou a população, as diferenças passaram a ser significativas. Na maioria dos casos de significância os maiores acúmulos de K apresentados ocorreram no ambiente 1, e sempre acompanhando o comportamento do acúmulo de matéria seca, nitrogênio e fósforo. Resultados esses, que concordam com Vieira (2009).

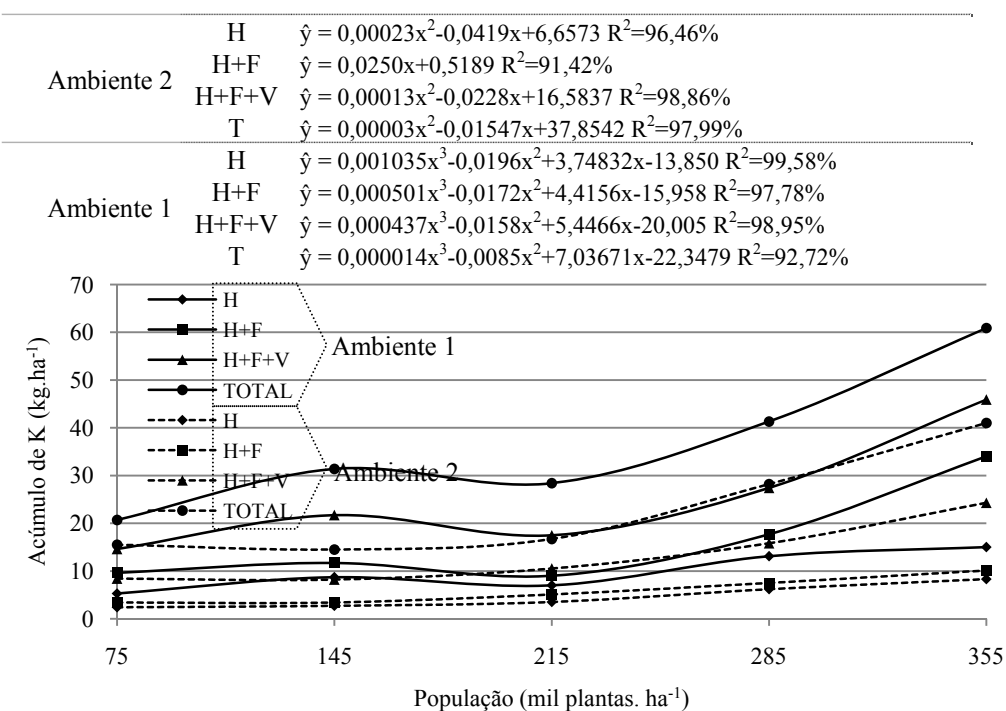


Figura 13 Acúmulo de K (kg.ha⁻¹) da cultivar Bolinha em diferentes populações, no ambiente 1 e ambiente 2, safra primavera-verão 2006/2007. UFLA, 2010

Tabela 9 Média de acúmulo de K ($\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$) em diferentes populações, no ambiente 1 e ambiente 2, safra primavera-verão 2006/2007. UFLA, 2010

| Parte da planta | Sistema | População de plantas ($\text{mil plantas}\cdot\text{ha}^{-1}$) | | | | |
|-----------------|------------|--|-------|-------|-------|-------|
| | | 75 | 145 | 215 | 285 | 355 |
| Haste | ambiente 2 | 2,4a | 2,7a | 3,5a | 6,2a | 8,3a |
| | ambiente 1 | 5,3a | 8,7a | 7,0a | 13,1b | 15,0b |
| Haste+folha | ambiente 2 | 3,4a | 3,4a | 5,1a | 7,5a | 10,1a |
| | ambiente 1 | 9,6a | 11,7a | 9,0a | 17,7a | 34,0b |
| H+F+V | ambiente 2 | 8,4a | 8,2a | 10,5a | 15,8a | 24,3a |
| | ambiente 1 | 14,6a | 21,7a | 17,5a | 27,4a | 45,9b |
| Total | ambiente 2 | 15,5a | 14,5b | 16,7a | 28,2b | 41,0b |
| | ambiente 1 | 20,7a | 31,4a | 28,4a | 41,3a | 60,9a |

Médias seguidas de mesma letra são semelhantes sob o teste F a 5% de variância entre os ambientes, em cada parte da planta.

Os acúmulos finais de K apresentaram-se, em todas partes da planta, com inferioridade aos resultados obtidos por Bulisani (1994) e El-Husny (1992), mas os acúmulos de K final nos grãos e total, apresentaram superioridade aos resultados obtidos por esses autores.

3.5 Acúmulo Cálcio

As análises de variância relativas ao acúmulo de Ca na haste, haste+folha, haste+folha+vagem e total, podem ser visualizadas nos resumos apresentados na Tabela 5 ANEXO A. Verifica-se que não houve significância da interação tripla.

Na Figura 14 é apresentada a marcha de acúmulo de Ca. O acúmulo total de Ca em haste+folha+vagem, nos dois ambientes, em função da idade da planta, não foi significativo, estão apresentados na forma de médias. Hastes e haste+folha apresentaram ajuste de equações distintas, mas os valores do acúmulo de Ca foram semelhantes em ambos os ambientes. A interação sistema x população apenas não foi significativa na haste.

Deve ser observado que, houve maior acúmulo de Ca no ambiente 1. Este resultado já havia sido constatado não só para o acúmulo de matéria seca, mas também para o acúmulo de N, P e K.

No ambiente 1, o máximo acúmulo de Ca ocorreu na população de 355 mil plantas.ha⁻¹, com 31 kg.ha⁻¹; no ambiente 2, ocorreu também na população de 355 mil plantas.ha⁻¹, com 23 kg.ha⁻¹, esse comportamento pode ser verificado na Figura 15.

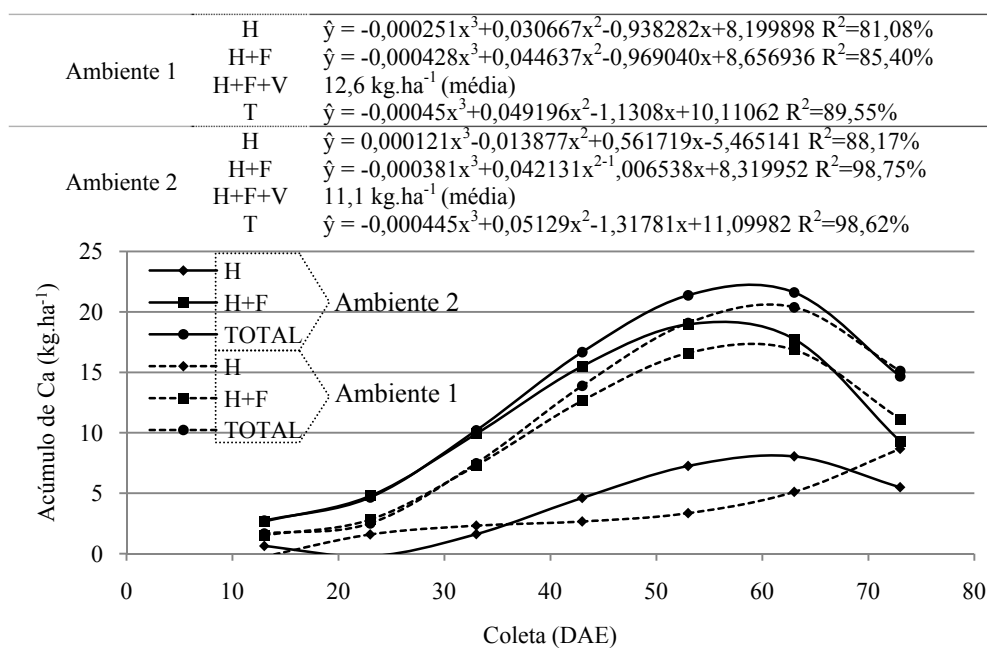


Figura 14 Marcha de acúmulo de Cálcio (kg.ha⁻¹) na parte aérea do feijoeiro, cultivar Bolinha no ambiente 1 e ambiente 2 no decorrer do ciclo da cultura, safra primavera-verão 2006/2007. UFPA, 2010

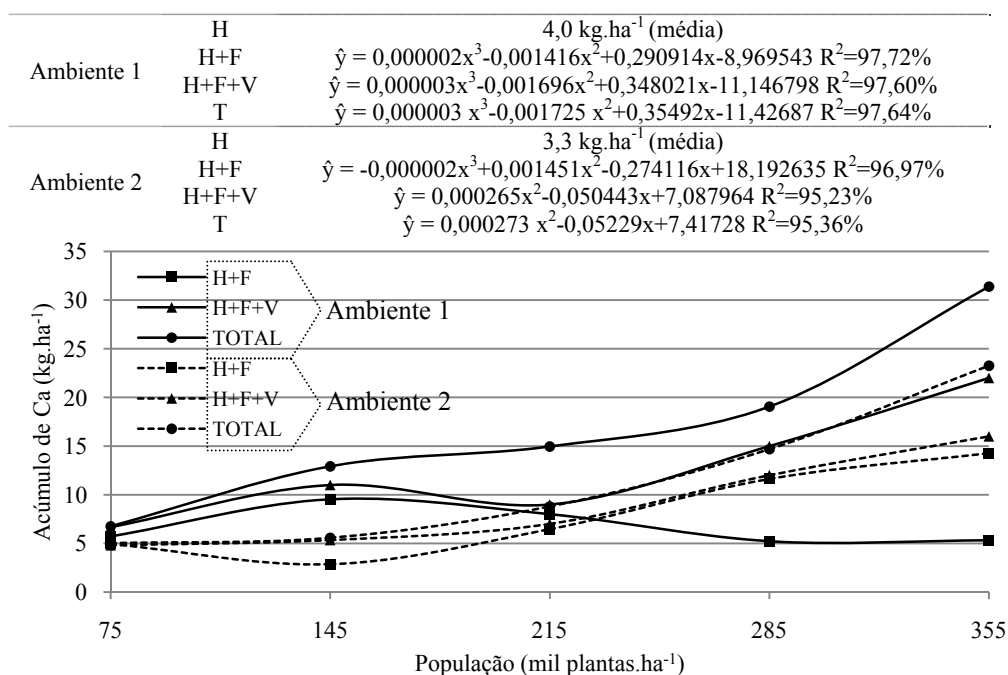


Figura 15 Acúmulo de Cálcio (kg.ha⁻¹) na parte aérea da cultivar Bolinha em função de população de plantas dentro de cada sistema de manejo, safra primavera-verão 2006/2007. UFLA, 2010

Depreende-se, portanto, que, de maneira geral, quanto maior a população de plantas, maior o acúmulo de Ca na parte aérea do feijoeiro. A interação população x idade da planta foi significativa (Tabela 5 ANEXO A). Esta significância sugere que o acúmulo de Ca ao longo do ciclo variou com a população de plantas, o que pode ser observado na Tabela 10.

Na Figura 16 é apresentado o comportamento do acúmulo final de Ca, verificado por ocasião da última coleta, em função das populações, nos dois sistemas de manejo, onde apresentou acúmulo sempre crescente quanto maior a população.

Na Tabela 11 são apresentados os valores médios do acúmulo final de Ca em função de parte da planta e ambientes.

Com raras exceções, os resultados apresentaram acúmulo final de Ca semelhantes nos dois sistemas de manejo e em todas as populações (Tabela 11).

Tabela 10 Equações das curvas ajustadas, idade da planta (DAE) e respectivo máximo acúmulo (Máx.) de Cálcio ($\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$) em função de idade da planta, dentro de cada população (Pop.) e parte da planta (PP), safra primavera-verão 2006/2007. UFLA, 2010

| Pop. | PP | Equação ou média | DAE | Máx. |
|--------|-------|--|-----|------|
| 75mil | H | $\hat{y} = 0,063232x - 1,129935$ $R^2=79,75\%$ | 73 | 3,5 |
| | H+F | $\hat{y} = 0,124411x - 0,14847$ $R^2=68,34\%$ | 73 | 8,9 |
| | H+F+V | $\hat{y} = 0,154268x - 0,826137$ $R^2=77,15\%$ | 73 | 10,4 |
| | T | $\hat{y} = -1,15048 + 0,16571x$ $R^2=81,56\%$ | 73 | 11,0 |
| 145mil | H | $\hat{y} = 0,099083x - 1,625345$ $R^2=88,75\%$ | 73 | 5,6 |
| | H+F | $\hat{y} = -0,0061x^2 + 0,694756x - 8,475797$ $R^2=83,96\%$ | 57 | 11,3 |
| | H+F+V | $\hat{y} = -0,000326x^3 + 0,036615x^2 - 0,884841x + 7,32094$ $R^2=97,22\%$ | 60 | 15,6 |
| | T | $\hat{y} = 7,28039 - 0,87668x + 0,03616x^2 - 0,00032$ $R^2=97,31\%$ | 60 | 16,0 |
| 215mil | H | $\hat{y} = 0,081851x - 1,059125$ $R^2=79,57\%$ | 73 | 4,9 |
| | H+F | $\hat{y} = -0,007177x^2 + 0,748008x - 8,172292$ $R^2=87,02\%$ | 52 | 11,3 |
| | H+F+V | $\hat{y} = -0,006938x^2 + 0,775071x - 8,78992$ $R^2=86,79\%$ | 56 | 12,9 |
| | T | $\hat{y} = -8,45222 + 0,74517x - 0,00640x^2$ $R^2=88,52\%$ | 58 | 13,3 |
| 285mil | H | $\hat{y} = 0,157554x - 2,070518$ $R^2=74,94\%$ | 73 | 9,4 |
| | H+F | $\hat{y} = -0,000587x^3 + 0,06266x^2 - 1,43758x + 11,671781$ $R^2=92,57\%$ | 57 | 24,6 |
| | H+F+V | $\hat{y} = -0,000622x^3 + 0,067927x^2 - 1,608516x + 13,129326$ $R^2=94,00\%$ | 58 | 27 |
| | T | $\hat{y} = 12,56663 - 1,53721x + 0,06533x^2 - 0,00059$ $R^2=94,48\%$ | 59 | 28,1 |
| 355mil | H | $\hat{y} = 0,236143x - 3,401286$ $R^2=91,44\%$ | 73 | 13,8 |
| | H+F | $\hat{y} = -0,000887x^3 + 0,099706x^2 - 2,655706x + 24,57704$ $R^2=92,30\%$ | 58 | 32,9 |
| | H+F+V | $\hat{y} = -0,001025x^3 + 0,117552x^2 - 3,231709x + 29,558655$ $R^2=92,38\%$ | 59 | 37,6 |
| | T | $\hat{y} = 29,42122 - 3,20358x + 0,11608x^2 - 0,00101$ $R^2=92,72\%$ | 59 | 38,1 |

* Os valores de 73 DAE são referentes ao último dia de coleta.

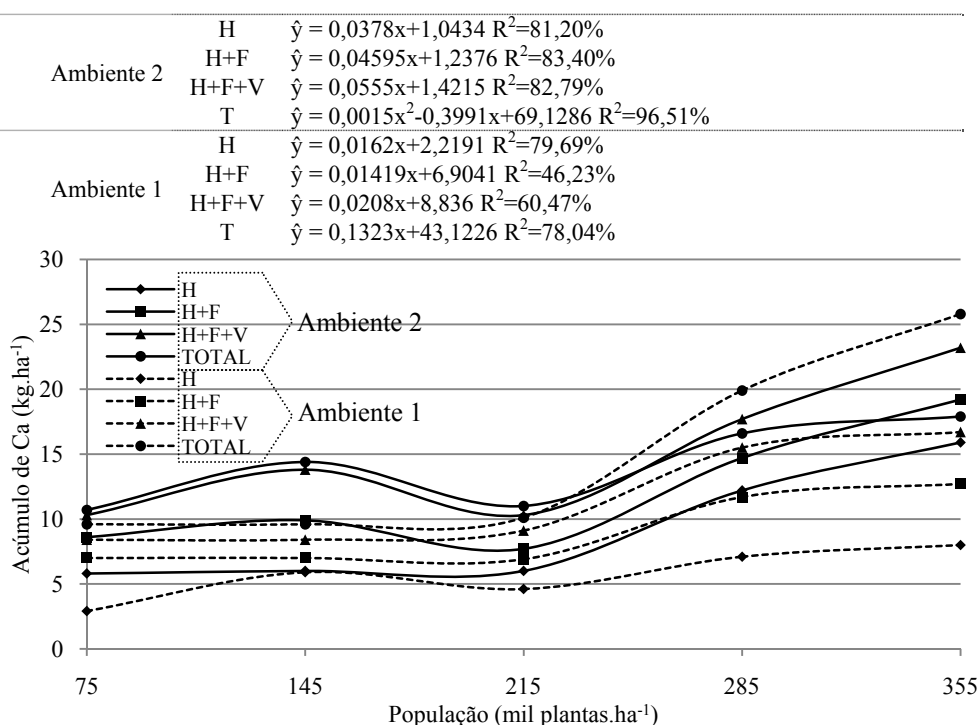


Figura 16 Acúmulo final de Ca (kg.ha^{-1}) da cultivar Bolinha em diferentes populações, no ambiente 1 e ambiente 2, safra primavera-verão 2006/2007. UFLA, 2010

Tabela 11 Valores médios de acúmulo final de Ca (kg.ha^{-1}) na cultivar Bolinha em função de população e sistemas de manejo, safra primavera-verão 2006/2007. UFLA, 2010

| Parte da planta | Sistema | População de plantas ($\text{mil plantas.ha}^{-1}$) | | | | |
|-----------------|------------|---|-------|-------|-------|-------|
| | | 75 | 145 | 215 | 285 | 355 |
| Haste | Ambiente 2 | 2,9a | 5,9a | 4,6a | 7,1a | 8,0a |
| | ambiente 1 | 5,8a | 6,0a | 6,0a | 12,2a | 15,9b |
| Haste+folha | Ambiente 2 | 7,0a | 7,0a | 6,9a | 11,7a | 12,7a |
| | ambiente 1 | 8,6a | 9,9a | 7,7a | 14,7a | 19,2a |
| H+F+V | Ambiente 2 | 8,4a | 8,4a | 9,1a | 15,5a | 16,7a |
| | ambiente 1 | 10,3a | 13,8a | 10,3a | 17,7a | 23,2a |
| Total | Ambiente 2 | 10,7a | 14,4a | 11,0a | 16,6a | 17,9a |
| | ambiente 1 | 9,6a | 9,6a | 10,1a | 19,9a | 25,8a |

Médias seguidas de mesma letra são semelhantes sob o teste F a 5% de variância entre os ambientes, em cada parte da planta.

Em comparação aos resultados obtidos por Bulisani (1994) e El-Husny (1992), a cultivar Bolinha, no presente trabalho, apresentou acúmulos finais de Ca superiores aos das cultivares Carioca, Bico de Ouro, Goiano Precoce, Rico 23 e Rosinha G2 (Bulisani, 1994) e Carioca (El-Husny, 1992), principalmente nos grãos e na parte aérea total

3.6 Acúmulo Magnésio

As análises de variância relativas ao acúmulo de Mg na haste, haste+folha, haste+folha+vagem e total estão resumidas na Tabela 6 ANEXO A. Em nenhuma situação houve significância da interação tripla.

A marcha de acúmulo de Mg, nos ambientes, em função da idade da planta pode ser visualizada na Figura 17 Houve efeito significativo da época de coleta, com ajustes de equações cúbicas para todas as partes da planta e nos dois sistemas de manejo. O máximo acúmulo total de Mg, ocorreu aos 64 DAE (4,6 kg.ha⁻¹) no ambiente 2, e aos 63 DAE (6,8 kg.ha⁻¹) no ambiente 1 (Figura 17).

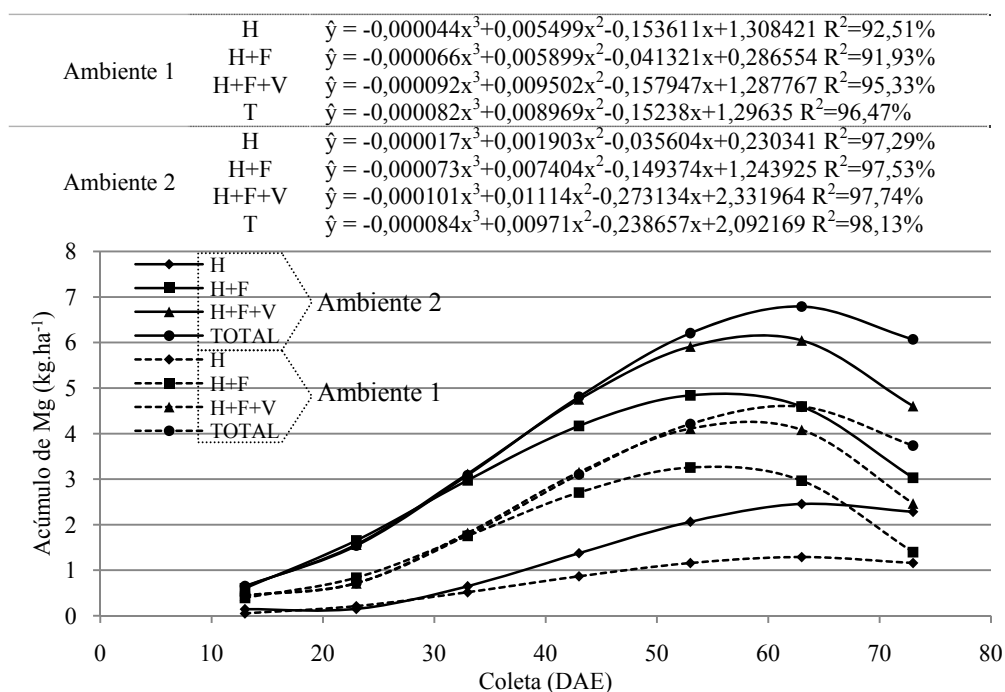


Figura 17 Marcha de acúmulo de Magnésio ($\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$) na parte aérea do feijoeiro, cultivar Bolinha no ambiente 1 e ambiente 2 no decorrer do ciclo da cultura, safra primavera-verão 2006/2007. UFLA, 2010

Observa-se que, houve maior acúmulo de Mg no ambiente 1, resultado que já foi constatado para acúmulo de MS, N, P, K e Ca.

O acúmulo de Mg apresentou efeito significativo da população para todas as partes da planta, nos dois sistemas de manejo.

O desdobramento da interação sistema x população de plantas está apresentado na Tabela 12.

No ambiente 1, ajustou equações cúbicas para todas as partes da planta, com máximo acúmulo total de Mg na população de 355 mil plantas. ha^{-1} , com 25 $\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$, culminando em curva ascendente. No ambiente 2 haste, haste+folha+vagem e total apresentaram equações quadráticas, enquanto haste+folha teve equação cúbica. O acúmulo máximo de Mg total nesse sistema

ocorreu na população 355 mil plantas.ha⁻¹, com 20 kg.ha⁻¹, sugerindo que haveria acréscimo no acúmulo em populações maiores (Figura 18).

Observa-se que ocorreu maior acúmulo total de Mg no ambiente 1, comparando ao ambiente 2. Este comportamento é o mesmo verificado para o acúmulo de matéria seca, N, P, K e Ca.

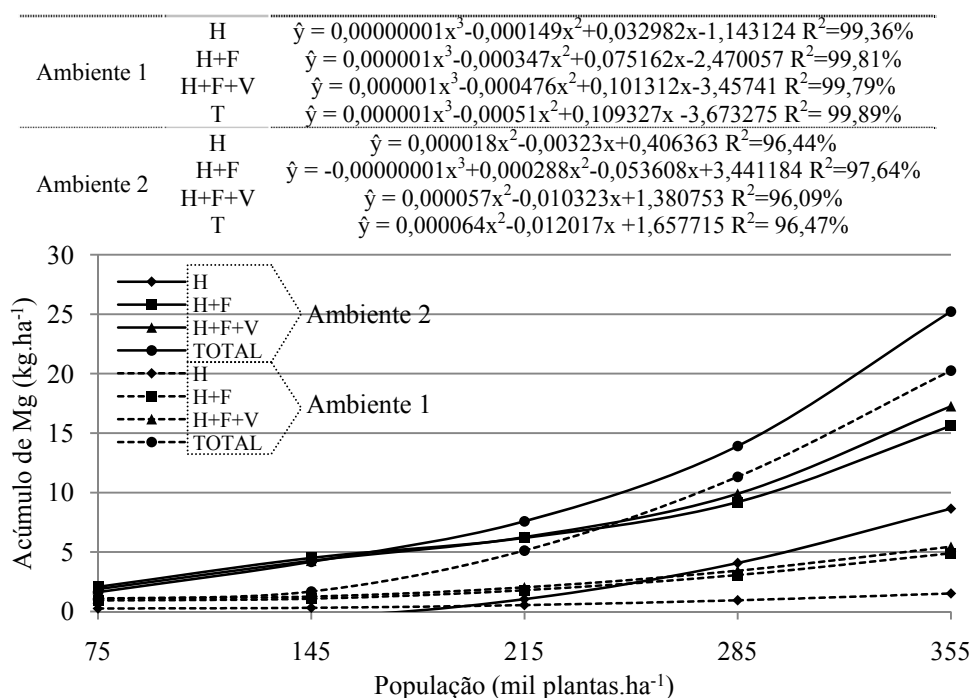


Figura 18 Acúmulo de Magnésio (kg.ha⁻¹) na parte aérea da cultivar Bolinha em função de população de plantas dentro de cada sistema de manejo, safra primavera-verão 2006/2007. UFLA, 2010

De maneira geral, portanto, à medida que se aumenta a população, aumenta o acúmulo de magnésio.

A interação população x idade da planta foi significativa apenas em relação à cv. Bolinha (Tabela 6 ANEXO A). Esta significância sugere que nesta

cultivar o acúmulo de Mg ao longo do ciclo variou com a população de plantas, o que pode ser observado na Tabela 12.

Tabela 12 Equações das curvas ajustadas, idade da planta (DAE) e respectivo máximo acúmulo (Máx.) de Magnésio ($\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$) em função de idade da planta, dentro de cada população (Pop.) e parte da planta (PP), safra primavera-verão 2006/2007. UFLA, 2010

| Pop. | PP | Equação | DAE | Máx. |
|--------|-------|---|-----|------|
| 75mil | H | $\hat{y} = 0,015732x - 0,24053$ $R^2=96,01\%$ | 73 | 0,9 |
| | H+F | $\hat{y} = -0,000809x^2 + 0,092395x - 1,023477$ $R^2=85,83\%$ | 57 | 1,6 |
| | H+F+V | $\hat{y} = 0,035935x - 0,148756$ $R^2=81,89\%$ | 73 | 2,5 |
| | T | $\hat{y} = 0,04921x - 0,51453$ $R^2=94,57\%$ | 73 | 3,1 |
| 145mil | H | $\hat{y} = 0,028196x - 0,432685$ $R^2=93,55\%$ | 73 | 1,6 |
| | H+F | $\hat{y} = -0,001466x^2 + 0,163433x - 1,914482$ $R^2=88,27\%$ | 56 | 2,6 |
| | H+F+V | $\hat{y} = -0,000077x^3 + 0,008681x^2 - 0,204065x + 1,680443$ $R^2=98,35\%$ | 61 | 4,1 |
| | T | $\hat{y} = -0,00007x^3 + 0,00818x^2 - 0,19493x + 1,63358$ $R^2=98,53\%$ | 64 | 4,6 |
| 215mil | H | $\hat{y} = 0,028524x - 0,3570$ $R^2=96,77\%$ | 73 | 2,4 |
| | H+F | $\hat{y} = -0,001796x^2 + 0,187898x - 1,951339$ $R^2=95,45\%$ | 52 | 3 |
| | H+F+V | $\hat{y} = -0,000048x^3 + 0,00448x^2 - 0,031495x + 0,130461$ $R^2=98,30\%$ | 59 | 4 |
| | T | $\hat{y} = -0,00109x^2 + 0,16692x - 1,85360$ $R^2=97,02\%$ | 58 | 13,3 |
| 285mil | H | $\hat{y} = -0,000033x^3 + 0,003896x^2 - 0,085004x + 0,595848$ $R^2=94,11\%$ | 66 | 2,5 |
| | H+F | $\hat{y} = -0,00009x^3 + 0,008391x^2 - 0,105026x + 0,705326$ $R^2=94,12\%$ | 55 | 5,3 |
| | H+F+V | $\hat{y} = -0,000111x^3 + 0,011312x^2 - 0,200676x + 1,528685$ $R^2=95,84\%$ | 58 | 6,3 |
| | T | $\hat{y} = -0,00008x^3 + 0,00889x^2 - 0,13445x + 1,00298$ $R^2=96,82\%$ | 62 | 6,8 |
| 355mil | H | $\hat{y} = -0,000083x^3 + 0,010043x^2 - 0,28759x + 2,503203$ $R^2=97,20\%$ | 62 | 3,5 |
| | H+F | $\hat{y} = -0,000165x^3 + 0,017079x^2 - 0,369783x + 3,467471$ $R^2=95,77\%$ | 56 | 7,4 |
| | H+F+V | $\hat{y} = -0,000227x^3 + 0,025127x^2 - 0,632124x + 5,752796$ $R^2=95,04\%$ | 58 | 9,3 |
| | T | $\hat{y} = 0,00021x^3 + 0,02389x^2 - 0,61203x + 5,68554$ $R^2=95,89\%$ | 60 | 10 |

* Os valores de 73 DAE são referentes ao último dia de coleta.

Semelhantemente ao ocorrido nos acúmulos de matéria seca, nitrogênio, fósforo, potássio e cálcio o comportamento do acúmulo de Mg da cultivar Bolinha em função da população de plantas aumentou conforme acrescida a população.

Na Figura 19 é apresentado o comportamento do acúmulo final de Mg em função das populações, nos dois sistemas de manejo, onde, esse acúmulo de Mg foi crescente.

Na Tabela 13 são apresentados os valores médios do acúmulo final de Mg em função de parte da planta e sistema de plantio.

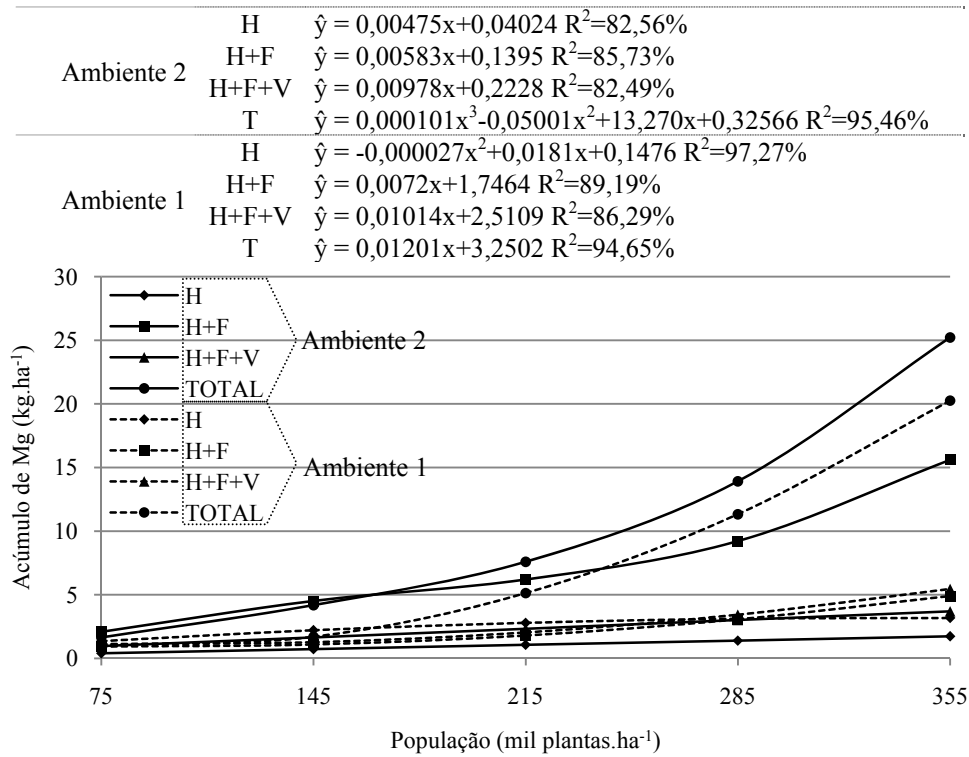


Figura 19 Acúmulo de Mg (kg.ha⁻¹) da cultivar Bolinha em diferentes populações, no ambiente 1 e ambiente 2, safra primavera-verão 2006/2007. UFLA, 2010

Tabela 13 Valores médios do acúmulo final de Mg ($\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$) da cultivar Bolinha em função de populações, no ambiente 1 e ambiente 2, safra primavera-verão 2006/2007. UFPA, 2010

| Parte da planta | Sistema | População de plantas ($\text{mil plantas}\cdot\text{ha}^{-1}$) | | | | |
|-----------------|------------|--|------|------|------|------|
| | | 75 | 145 | 215 | 285 | 355 |
| H | Ambiente 2 | 0,6a | 0,6a | 0,7a | 1,5a | 1,8a |
| | ambiente 1 | 1,3a | 2,4b | 2,7b | 3,1b | 3,3b |
| H+F | Ambiente 2 | 0,9a | 0,8a | 1,1a | 1,9a | 2,4a |
| | ambiente 1 | 2,0a | 3,2b | 3,1a | 4,0a | 4,1a |
| H+F+V | Ambiente 2 | 1,5a | 1,3a | 1,7a | 3,1a | 4,0a |
| | ambiente 1 | 2,8a | 4,6b | 4,6b | 5,6b | 5,8a |
| Total | Ambiente 2 | 2,6a | 2,1b | 2,5b | 4,8b | 6,3a |
| | ambiente 1 | 3,6a | 5,9a | 6,0a | 7,5a | 7,9a |

Médias seguidas de mesma letra são semelhantes sob o teste F a 5% de variância entre os ambientes, em cada parte da planta.

Da mesma forma que o acúmulo final de MS, N, P, K e Ca, o acúmulo final de Mg apresentou-se com divergências entre os ambientes, a partir das populações maiores que $145 \text{ mil plantas}\cdot\text{ha}^{-1}$, com superioridade por parte do ambiente 1. Observa-se, que praticamente não houve diferenças entre os ambientes.

O acúmulo final de Mg apresentou-se com tendência de superioridade em quase todas as partes das plantas, em se comparando com as cultivares Carioca, Bico de Ouro, Goiano Precoce, Rico 23 e Rosinha G2 (BULISANI, 1994) e Carioca (EL-HUSNY 1992), as quais apresentaram maiores valores no acúmulo final de Mg superiores apenas nas vagens.

3.7 Acúmulo Enxofre

As análises de variância relativas ao acúmulo de S na haste, haste+folha, haste+folha+vagem e total estão resumidas na Tabela 7 ANEXO A. Em nenhuma situação houve significância da interação tripla.

O desdobramento da interação sistema x idade da planta apresentou ajuste de equações cúbicas, exceto na haste, no ambiente 2, onde ajustou-se equação linear. O máximo acúmulo total de S apresentou-se aos 65 DAE (3,3 kg.ha⁻¹) no ambiente 2, enquanto no ambiente 1 o máximo atingiu 2,9 kg.ha⁻¹ aos 60 DAE (Figura 54).

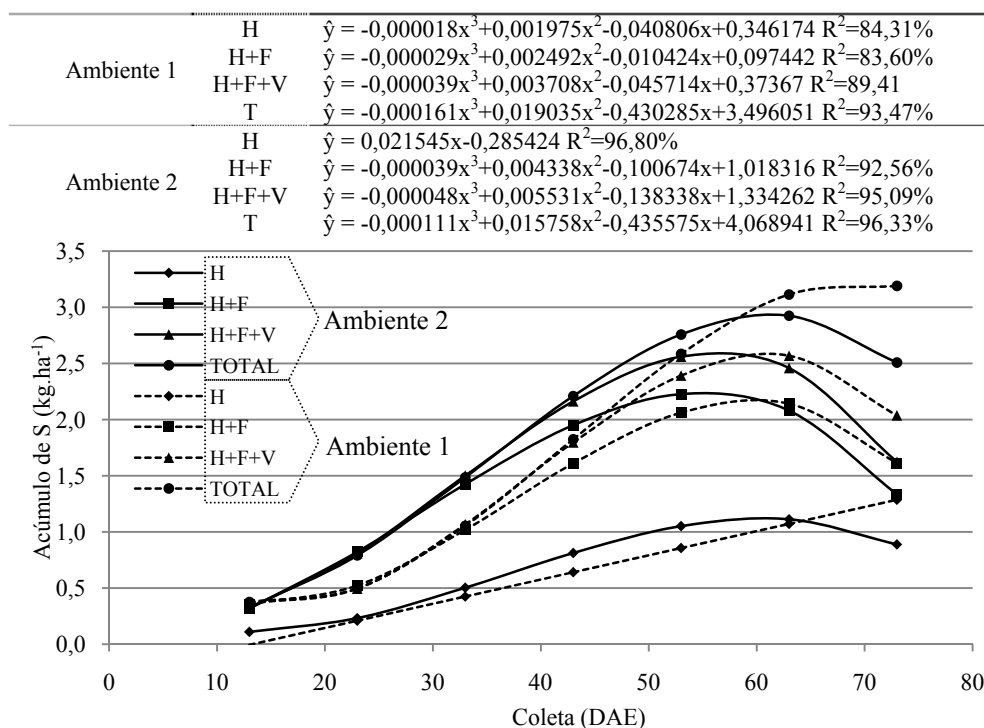


Figura 20 Marcha de acúmulo de Enxofre (kg.ha⁻¹) na parte aérea do feijoeiro, cultivar Bolinha no ambiente 1 e ambiente 2 no decorrer do ciclo da cultura, safra primavera-verão 2006/2007. UFLA, 2010

Da mesma forma já observada para os demais macronutrientes, verifica-se, pois, que o acúmulo total de S foi superior no ambiente 1, quando comparado ao acúmulo no ambiente 2

O desdobramento da interação sistema x população mostrou efeito significativo das populações em todas as partes da planta, nos dois sistemas de manejo (Tabela 14).

No ambiente 1, ocorreu máximo acúmulo total de S na população de 355 mil plantas. ha^{-1} , com 5,0 $\text{kg}.\text{ha}^{-1}$. No ambiente 2, o máximo acúmulo total de S se deu também na população de 355 mil plantas. ha^{-1} , com 3,9 $\text{kg}.\text{ha}^{-1}$, ambos os ambientes, sugerindo acréscimo no acúmulo em populações maiores (Tabela 14).

Verifica-se portanto que, de maneira geral, quanto maior a população, maior o acúmulo de S na parte aérea do feijoeiro.

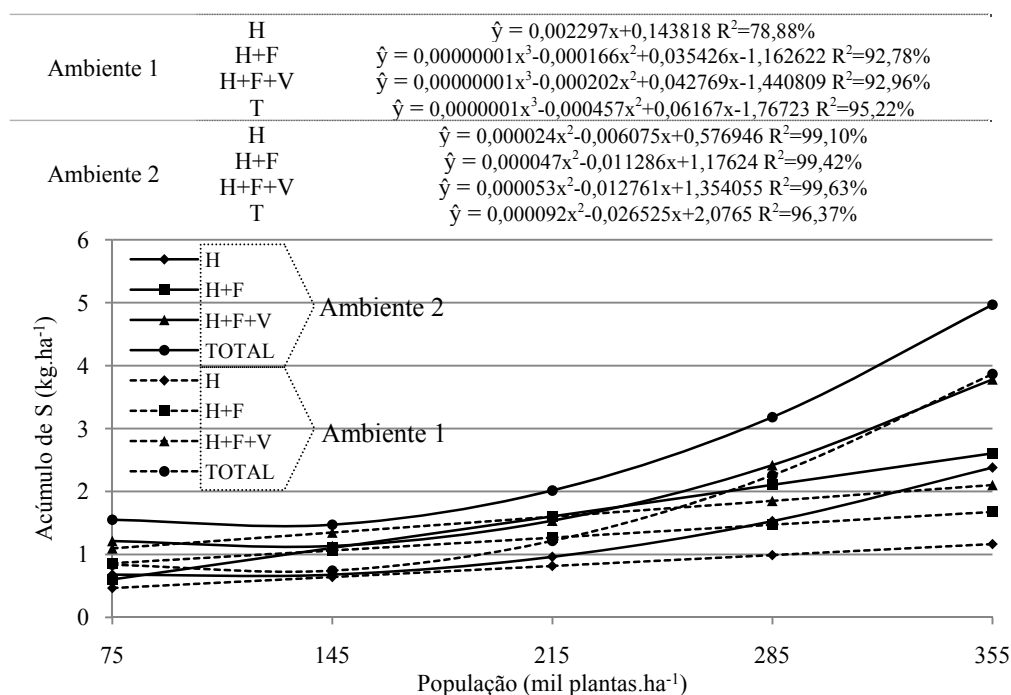


Figura 21 Equações das curvas ajustadas de acúmulo de Enxofre ($\text{kg}.\text{ha}^{-1}$) na parte aérea da cultivar Bolinha em função de população e partes da planta dentro de cada sistema de manejo, safra primavera-verão 2006/2007. UFLA, 2010

A interação população x idade da planta apenas se mostrou significativa na cv. Bolinha (Tabela 7 ANEXO A). Esta significância sugere que nesta cultivar o acúmulo da Ca ao longo do ciclo variou com a população de plantas, o que pode ser observado na Tabela 15.

Tabela 15 Equações das curvas ajustadas, idade da planta (DAE) e respectivo máximo acúmulo (Máx.) de Enxofre ($\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$) em função de idade da planta, dentro de cada população (Pop.) e parte da planta (PP), safra primavera-verão 2006/2007. UFLA, 2010

| Pop. | PP | Equação | DAE | Máx. |
|--------|-------|---|-----|------|
| 75mil | H | $\hat{y} = 0,007863x - 0,086185$ $R^2=89,75\%$ | 73 | 0,5 |
| | H+F | $\hat{y} = 0,013342x + 0,040878$ $R^2=73,01\%$ | 73 | 1 |
| | H+F+V | $\hat{y} = 0,017592x - 0,049537$ $R^2=81,66\%$ | 73 | 1,2 |
| | T | $\hat{y} = 0,114246x - 1,871906$ $R^2=94,74\%$ | 73 | 1,6 |
| 145mil | H | $\hat{y} = 0,014002x - 0,145079$ $R^2=88,94\%$ | 73 | 0,9 |
| | H+F | $\hat{y} = -0,000728x^2 + 0,083083x - 0,941984$ $R^2=85,87\%$ | 57 | 1,4 |
| | H+F+V | $\hat{y} = -0,000738x^2 + 0,090592x - 1,083825$ $R^2=85,40\%$ | 61 | 1,7 |
| | T | $\hat{y} = 0,165421x - 2,320288$ $R^2=92,98\%$ | 73 | 2,5 |
| 215mil | H | $\hat{y} = 0,009774x - 0,023085$ $R^2=93,07\%$ | 73 | 0,7 |
| | H+F | $\hat{y} = 0,015339x + 0,325079$ $R^2=52,65\%$ | 73 | 1,4 |
| | H+F+V | $\hat{y} = -0,00079x^2 + 0,089141x - 0,916028$ $R^2=90,52\%$ | 56 | 1,6 |
| | T | $\hat{y} = 0,152878x - 1,729348$ $R^2=94,40\%$ | 73 | 2,3 |
| 285mil | H | $\hat{y} = 0,025171x - 0,220417$ $R^2=90,45\%$ | 73 | 1,6 |
| | H+F | $\hat{y} = -0,001223x^2 + 0,140291x - 1,510671$ $R^2=86,28\%$ | 57 | 2,5 |
| | H+F+V | $\hat{y} = -0,000045x^3 + 0,004585x^2 - 0,068794x + 0,544432$ $R^2=94,60\%$ | 59 | 3,2 |
| | T | $\hat{y} = 0,260581x - 3,359933$ $R^2=97,96\%$ | 73 | 4,0 |
| 355mil | H | $\hat{y} = -0,000048x^3 + 0,005738x^2 - 0,160004x + 1,482469$ $R^2=92,45\%$ | 62 | 2,2 |
| | H+F | $\hat{y} = -0,000085x^3 + 0,009183x^2 - 0,211141x + 2,233583$ $R^2=79,90\%$ | 58 | 4,3 |
| | H+F+V | $\hat{y} = -0,000106x^3 + 0,011724x^2 - 0,289471x + 2,88232$ $R^2=85,28\%$ | 58 | 4,9 |
| | T | $\hat{y} = -0,0004x^3 + 0,049881x^2 - 1,428783x + 13,215238$ $R^2=91,36\%$ | 63 | 5,6 |

* Os valores de 73 DAE são referentes ao último dia de coleta.

O comportamento do acúmulo total de S apresentou-se de forma diferenciada em relação ao acúmulo de MS, N, P, K, Ca e Mg, uma vez que apresentou o ambiente 2 sobressaindo-se ao ambiente 1 no final do ciclo.

Na Figura 22 é apontado o comportamento do acúmulo final de S, verificado por ocasião da última coleta, em função das populações, nos dois

sistemas de manejo. Observa-se, que o acúmulo total foi sempre crescente, e apresentou pontos de máximo na população de 355 mil plantas.ha⁻¹.

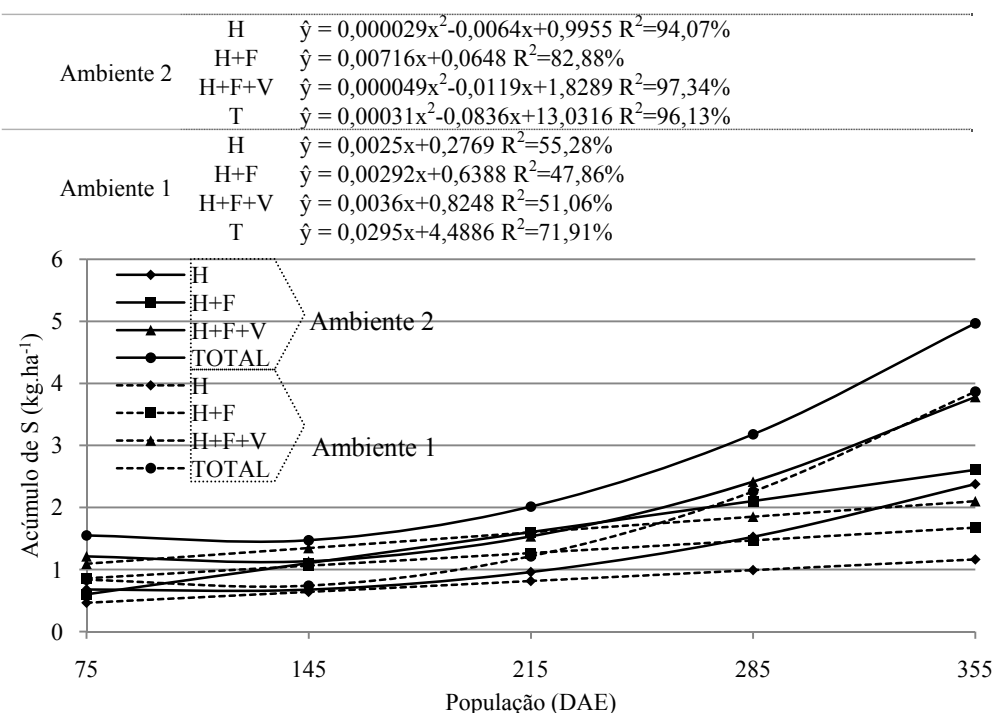


Figura 22 Acúmulo de S (kg.ha⁻¹) da cultivar Bolinha em diferentes populações, no ambiente 1 e ambiente 2, safra primavera-verão 2006/2007. UFLA, 2010

Na Tabela 16 são apresentados os valores médios do acúmulo final de S em função de parte da planta e sistema de manejo.

O acúmulo final de S apresentou-se de maneira diferenciada. A única diferença entre ambientes foi observada na população mais alta, 355 mil plantas.ha⁻¹, na qual o ambiente 1 apresentou maior acúmulo total de S (Tabela 16).

Tabela 16 Valores médios de acúmulo final de S ($\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$) da cultivar Bolinha em diferentes populações, no ambiente 1 e ambiente 2, safra primavera-verão 2006/2007. UFLA, 2010

| Parte da planta | Sistema | População de plantas ($\text{mil plantas}\cdot\text{ha}^{-1}$) | | | | |
|-----------------|----------|--|------|------|------|------|
| | | 75 | 145 | 215 | 285 | 355 |
| H | ambiente | 0,3a | 0,7a | 0,6a | 1,3a | 1,0a |
| | ambiente | 0,7a | 0,9a | 0,7a | 1,7a | 2,2b |
| H+F | ambiente | 0,8a | 0,9a | 0,8a | 1,8a | 1,6a |
| | ambiente | 1,0a | 1,3a | 1,1a | 2,3a | 2,8a |
| H+F+V | ambiente | 1,0a | 1,1a | 1,1a | 2,3a | 2,0a |
| | ambiente | 1,3a | 1,7a | 1,4a | 2,7a | 3,7b |
| Total | ambiente | 2,1a | 1,7b | 2,0a | 3,9a | 5,2a |
| | ambiente | 1,3a | 2,6a | 1,9a | 3,5a | 3,2b |

Médias seguidas de mesma letra são semelhantes sob o teste F a 5% de variância entre os ambientes, em cada parte da planta.

Observando, conforme a Tabela 16, os acúmulos finais de S em função do sistema de manejo na haste, haste+folha, haste+folha+vagem e total, as populações maiores apresentaram diferenças entre os sistemas, devendo-se ênfase, que o ambiente 2 superou o ambiente 1 salvo exceções. Este comportamento apresentou-se avesso aos acúmulos de matéria seca, N, P, K, Ca e Mg finais.

O acúmulo final de S apresentou-se com valores, quando não semelhantes, inferiores aos resultados obtidos por El-Husny (1992).

4 CONCLUSÕES

O acúmulo total de matéria seca apresenta-se de maneira ascendente no decorrer do ciclo da cultura.

Os acúmulos de nitrogênio, fósforo, potássio, cálcio, magnésio e enxofre apresentam-se em ascensão conforme aumenta a idade da planta.

O aumento da densidade populacional acima dos 285 mil plantas.ha⁻¹ incrementa o acúmulo de macronutrientes.

De maneira geral, os acúmulos de nitrogênio, fósforo, potássio, cálcio, magnésio e enxofre apresentaram-se com superioridade do ambiente 1, em relação ao ambiente 2.

REFERÊNCIAS

ALVAREZ V., V.H.; NOVAIS, R.F.; BARROS, N.F.; CANTARUTTI, R.B.; LOPES, A.S. Interpretação dos resultados das análises de solos. In: RIBEIRO, A.C.; GUIMARÃES, P.T.G.; ALVAREZ V., V.H. (Ed.). **Recomendações para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais: 5^a Aproximação**. Viçosa, MG: Comissão de Fertilidade do Solo do Estado de Minas Gerais, p. 25-32. 1999.

ALVAREZ V., V.H.; RIBEIRO, A.C. Calagem. In: RIBEIRO, A.C.; GUIMARÃES, P.T.G.; ALVAREZ V.H. (ed.). **Recomendações para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais - 5^a Aproximação**. CFSEMG, Viçosa, MG. p. 43-60. 1999.

ALVES JÚNIOR J. **Adubação nitrogenada na cultura do feijoeiro cv. BRS-MG Talismã no ambiente 1 e ambiente 2**. Lavras: UFLA, 2007. 61p. Dissertação (Mestrado).

ALVES, A.F. **Densidades populacionais para cultivares alternativas de feijoeiro em Minas Gerais**. 2008. 50 p. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) – Universidade Federal de Lavras, Lavras.

ANDRADE, C. A. B. de; FAQUIN, V.; FURTINI NETO, A. E.; ANDRADE, A. T.; ARNEIRO, R. F. V. Nutrição mineral do feijoeiro cultivado em solos de várzea do Sul de Minas Gerais. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 24, n. 4, p. 947-956. 2000.

ANDRADE, M.J.B.; CARVALHO, A.J.; VIEIRA, N.M.B. Condições edafoclimáticas. In: VIEIRA, C.; PAULA JÚNIOR, T.J.; BORÉM, A. **Feijão**. 2.ed. Viçosa, MG: UFV, 2006. p. 67-86.

ARAÚJO, G.A.A.; VIEIRA, C.; MIRANDA, G.V. Efeito da época de aplicação do adubo nitrogenado em cobertura sobre o rendimento do feijão no período de outono-inverno. **Revista Ceres**. Viçosa, v,41, n,236, p,442-450, jul./ago. 1994.

ARF, O.; TOLEDO, A.R.M.; BUZETTI, S.; SÁ, M.E.; FUJIWARA, R.H. Estudo de espaçamentos e densidades na cultura do feijoeiro (*Phaseolus vulgaris*

L.) II: Adubação em função da população de plantas. In: REUNIÃO NACIONAL DE PESQUISA DE FEIJÃO, 3, Vitória. **Anais...** Vitória: EMCAPA, 1990. p. 189. (EMCAPA. Documentos, 62).

BANZATTO, D.A. & KRONKA, S.N. **Experimentação Agrícola**. 3.ed. FUNEP, Jaboticabal, SP. 1995. 247p.

BENNETT, J.P.; ADAMS, M.W.; BURGA, C. Pod yield component variation and intercorrelation in *Phaseolus vulgaris* L. as affected by planting density. **Crop Science**, Madison, v. 17, p. 73-5, 1977.

BRANDES, D. **Análise de crescimento do feijoeiro (*Phaseolus vulgaris* L.), efeito da densidade e da época de plantio**. 1971. 109 p. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia)-Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG.

BULISANI, E.A. **Crescimento e absorção de nutrientes em cinco cultivares de feijoeiro (*Phaseolus vulgaris* L.)**. 150 p. 1994. Tese (Doutorado em Fitotecnia)-Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba, SP.

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. Feijão. In: RIBEIRO, A.C.; GUIMARÃES, P.T.G.; ALVAREZ V.; V.H. (Ed.). **Recomendações para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais: 5ª aproximação**. Viçosa, MG: Comissão de Fertilidade do Solo do Estado de Minas Gerais, 1999. p. 306-307.

COBRA NETTO, A. **Nutrição mineral do feijoeiro (*Phaseolus vulgaris* L.)**. 1967. 91 p. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia)-Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba, SP.

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'**, Piracicaba, v,28, p. 257-274, 1971.

EL-HUSNY, J.C. **Limitações nutricionais pra a cultura do feijoeiro (*Phaseolus vulgaris* L.) em um solo do Norte de Minas Gerais**. 1992. 151 p. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia)-Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG.

EMBRAPA ARROZ E FEIJÃO. Sistemas de manejo. Disponível em: <<http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Feijao/FeijaoPrimSegSafrasulMG/cultivares.htm#ec>>. Acesso em 20 de Março de 2009.

FARIA, R.T. Espaçamento e densidade. In: INSTITUTO AGRONÔMICO DO PARANÁ. **Cultura do feijão no Estado do Paraná**. Londrina: IAPAR, 1980. p,25-26. (Circular Técnica, 18).

FERNANDES, M.I.P.S. **Efeito da variação de estande dos experimentos com a cultura do feijoeiro**. 1987. 73 p. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) – Escola Superior de Agricultura de Lavras, Lavras.

FERNANDEZ, F.; GEPTS, P.; LÓPEZ, M. Etapas de desarrollo em la planta de frijol. In: LÓPEZ, M.; FERNADEZ, F.; SCHOOWHOVEN, A. **Frijol, investigación y producción**. Colômbia: CIAT, 1985. p. 61-80.

GALLO, J.R.; MIYASAKA, S. Composição química do feijoeiro e absorção de elementos nutritivos do florescimento à maturação. **Bragantia**, Campinas, v,20, n,40, p. 867-884, set. 1961.

GARRIDO, M.A.T.; DEL PINO, M.A.I.T.; SILVA, A.M.; ANDRADE, M.J.B. Crescimento, absorção iônica e produção do feijoeiro sob dois níveis de nitrogênio e três lâminas de irrigação. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 24, n. 1, p. 187-194, jan./mar. 2000.

GOMES, F.P. **Curso de estatística experimental**. Piracicaba: ESALQ, 1990. 460p.

HAAG, H.P.; MALAVOLTA, E.; GARGANTINI, H.; BLANCO, H.G. Absorção de nutrientes pela cultura do feijoeiro. **Bragantia**, Campinas, v,26, n. 30, p. 380-391, set. 1967.

JAUER, A. Análise de crescimento da cultivar de feijão Pérola em quatro densidades de semeadura. **Revista da Fac. de Zootecnia, Veterinária e Agronomia de Uruguaiana**, v. 10, p. 101-113, jul. 2003.

JAUER, A.; DUTRA, L.M.C.; ZABOT, L.; LUCCA FILHO, O.A.; LOSEKANN, M.E.; UHRY, D.; STEFANELO, C.; FARIAS, J.R.; LUDWIG, M.P. Análise de crescimento da cultivar de feijão Pérola em quatro densidades de semeadura. **Revista da Faculdade de Zootecnia, Veterinária e Agronomia**, Uruguaiana, v. 10, n. 1, p. 1-12, 2003.

LAVRAS. Prefeitura Municipal de Lavras. Secretaria de indústria, comércio, serviços e tecnologia. **Conheça Lavras**. Lavras, 1993. 97p.

LOPES, A.S.; CARVALHO, J.G. Micronutrientes: critérios de diagnose para solo e planta. In: SIMPÓSIO SOBRE ENXOFRE E MICRONUTRIENTES NA AGRICULTURA BRASILEIRA, 1988, Londrina. **Anais...** Campinas, EMBRAPA-CNPSO/IAPAR/SBCS, 1988. p. 133-78.

MALAVOLTA, E.; LIMA FILHO, O.F. Nutrição e adubação do feijoeiro. In: FANCELLI, A.L.; DOURADO NETO, D. (Ed.). **Tecnologia da produção de feijão irrigado**. Piracicaba:ESALQ, 1997. p. 22-51.

MORAES, J.F.V. Calagem e adubação. In: ZIMMERMANN, M.J.O.; ROCHA, M.; YAMADA, T. **Cultura do feijoeiro: fatores que afetam a produtividade**. Piracicaba, Associação Brasileira para Pesquisa da potassa e do Fosfato, 1988. p. 261-301.

PORTES, T.A. Ecofisiologia. In: ARAÚJO, R.S. et al. (Coord.). **Cultura do feijoeiro comum no Brasil**. Piracicaba: Potafós, 1996. p. 101-37.

ROSOLEM, C.A. Calagem e adubação mineral. In: ARAÚJO, R.S. ; RAVA, C. A.; STONE, L. F.; ZIMMERMANN, M. J. O. (Coord.). **Cultura do feijoeiro comum no Brasil**. Piracicaba: Associação Brasileira para Pesquisa da Potassa e do Fosfato, 1996. p. 353-390.

ROSOLEM, C.A. **Nutrição e adubação do feijoeiro**. Piracicaba, Associação Brasileira para Pesquisa da Potassa e do Fosfato, 1987. 91 p. (Boletim Técnico, 8).

SANTOS, J.B.; GAVILANES, M.L. Botânica. In; VIEIRA, C.; PAULA JÚNIOR, T.J.; BORÉM, A. **Feijão**. 2.ed. Viçosa, MG: UFV, 2006. p. 41-65.

SAS Institute Incorporation. **Copyright © 2010 SAS Institute Inc.**, SAS Campus Drive, Cary, North Carolina, USA, 2010.

SHIMADA, M.M.; ARF, O.; SÁ, M.E. Componentes do rendimento e desenvolvimento do feijoeiro de porte ereto sob diferentes densidades populacionais. **Bragantia**, Campinas v. 59, n. 2, p. 181-187, 2000.

SILVA, A.O.; LIMA, E.A.; MENEZES, H.E.A. Rendimento de grãos de feijão (*Phaseolus vulgaris* L.), cultivado em diferentes densidades de plantio. **Revista das Faculdades Integradas de Bebedouro**, Bebedouro, v. 3, p. 1-5, 2007.

SILVA, C.C. Estabelecimento da cultura. In: ARAÚJO, R.S.; RAVA, C.A.; STONE, L.F.; ZIMMERMANN, M.J.O. Cultura do feijoeiro comum no Brasil. Piracicaba: POTAFÓS, 1996, p. 417-32.

SOUZA, A.B.; ANDRADE, M.J.B.; ALVES, V.G. Populações de plantas, adubação e calagem para o feijoeiro (cv. Iapar 81) em Gleissolo de Ponta Grossa, Estado do Paraná. **Acta Scientiarum: Agronomy**, Maringá, v. 26, n. 3, p. 347-352, 2004.

SOUZA, A.B.; ANDRADE, M.J.B.; VIEIRA, N.M.B.; ALBUQUERQUE, A. Densidades de semeadura e níveis de NPK e calagem na produção do feijoeiro sob plantio ambiente 2, em Ponta Grossa, Paraná. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, Goiânia, v. 38, n. 2, p. 39-43, 2008.

STONE, L.F.; PEREIRA, A.L. Sucessão arroz-feijão irrigados por aspersão. Efeitos de espaçamento entre linhas, adubação e cultivar na produtividade e nutrição do feijoeiro. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.29, n.4, p.521-533, 1994

STONE, L.F.; SILVEIRA, P.M. Efeito de sistemas de preparo na compactação do solo, disponibilidade hídrica e comportamento de feijoeiro. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 34, n. 83-91, 1999.

URCHEI, M.A.; RODRIGUES, J.D.; STONE, L.F. Análise de crescimento de duas cultivares de feijoeiro sob irrigação, no ambiente 1 e preparo ambiente 2. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v,35, n3, p,497-506, 2000.

VALE, L.S.R. **Doses de calcário, desenvolvimento da planta, componentes de produção, produtividade de grãos e absorção de nutrientes de dois cultivares de feijão**. Universidade Estadual Paulista: Botucatu, 1994, 71 p. (Dissertação – Mestrado em Fitotecnia)

VIEIRA, N.M.B. **Acúmulo de nutrientes e desempenho agrônômico de cultivares de feijoeiro-comum, em diferentes populações e sistemas de manejo**. 2009. 117 p. Tese (Doutorado em Agronomia/Fitotecnia) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG.

VIEIRA, N.M.B. **Crescimento e marcha de absorção de nutrientes no feijoeiro cvs. BRS MG Talismã e Ouro Negro, no ambiente 1 e ambiente 2**. 2006. 145 p. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG.

VILLAMIL LUCAS, J.M. **Influência da densidade de população sobre a produção em variedades de feijão vagem (*Phaseolus vulgaris* L.) de porte baixo**. 1987. 69p. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) – Escola Superior de Agricultura ‘Luiz de Queiroz’, Piracicaba.

WESTERMANN, D.T. et al. Nitrogen sources for bean seed production. **Agronomy Journal**, Madison, v. 73, p. 660-664, 1981.

ZABOT, L.; DUTRA, L.M.C.; JAUER, A.; LUCCA FILHO, O. A.; UHRY, D.; STEFANELO, C.; LOSEKAN, M.G.; FARIAS, J. R.; LUDWIG, M.P. Análise de crescimento da cultivar de feijão BR IPAGRO 44 Guapo Brilhante cultivada na safrinha em quatro densidades de semeadura em Santa Maria-RS. **Revista Ciencia Agroveterinária**, Lages, v,3, n,2, p. 105-115, 2004.

ANEXO A

Tabela 1 Resumo da análise de variância dos dados relativos ao acúmulo de matéria seca do feijoeiro cv. Bolinha em haste (H), haste+folha (H+F), haste+folha+vagem (H+F+V) e total T. Safra primavera-verão 2006/2007. UFLA, 2010

| Fonte de Variação | GL | H | H+F | H+F+V | T |
|---------------------|-----|-------------|-------------|-------------|-------------|
| Bloco | 2 | 37679,6106 | 95212,9048 | 44915,5315 | 618,7248 |
| Sistema (S) | 1 | 2648943,783 | 5831008,934 | 7441242,838 | 9623254,813 |
| Erro 1 | 2 | 380793,181 | 1444392,448 | 1794949,737 | 1926732,059 |
| População (P) | 4 | 1631685,07* | 6219406,08* | 9077750,30* | 11756491,2* |
| Idade da planta (I) | 6 | 1652647,15* | 3491727,70* | 7318350,78* | 13680931,7* |
| S x P | 4 | 72602,453* | 346923,254* | 624519,947* | 886111,916* |
| S x I | 6 | 204218,244* | 193658,61 | 261150,781 | 431914,85* |
| P x I | 24 | 125146,584* | 266993,113* | 500518,080* | 726207,689* |
| S x P x I | 24 | 18617,855 | 77823,0142 | 121727,0701 | 152418,7840 |
| Erro 2 | 136 | 28545,6831 | 92001,2985 | 129193,2158 | 171684,9229 |
| CV (1) % | | 170,44 | 164,74 | 147,44 | 128,48 |
| CV (2) % | | 46,67 | 41,58 | 39,56 | 38,35 |
| Média geral | | 362,0444 | 729,5400 | 908,6607 | 1080,3887 |

* Significativo a 5% de variância pelo teste de F.

Tabela 2 Resumo da análise de variância dos dados relativos ao acúmulo de nitrogênio do feijoeiro cv. Bolinha em haste (H), haste+folha (H+F), haste+folha+vagem (H+F+V) e total T. Safra primavera-verão 2006/2007. UFLA, 2010

| Fonte de Variação | GL | H | H+F | H+F+V | T |
|---------------------|-----|-----------|------------|------------|------------|
| Bloco | 2 | 12,8321 | 90,1285 | 58,4863 | 1,61333 |
| Sistema (S) | 1 | 465,5954 | 4486,0208 | 6000,2436 | 8871,3300 |
| Erro 1 | 2 | 145,8618 | 1019,3684 | 1245,2736 | 1317,70339 |
| População (P) | 4 | 532,4765* | 3837,6445* | 5715,9547* | 8084,5219* |
| Idade da planta (I) | 6 | 561,6530* | 2127,2199* | 4411,2997* | 8973,0269* |
| S x P | 4 | 38,0588* | 310,6475* | 459,2067* | 698,3036* |
| S x I | 6 | 69,4702* | 132,9228 | 161,9135 | 319,4393* |
| P x I | 24 | 33,9178* | 141,7488* | 284,6492* | 459,9240* |
| S x P x I | 24 | 9,6980 | 57,4858 | 95,4921 | 117,5004 |
| Erro 2 | 136 | 12,1643 | 68,6769 | 92,5685 | 127,6345 |
| CV (1) % | | 179,60 | 168,95 | 151,81 | 124,45 |
| CV (2) % | | 51,87 | 43,85 | 41,39 | 38,73 |
| Média geral | | 6,7244 | 18,8979 | 23,2448 | 29,1681 |

* Significativo a 5% de variância pelo teste de F.

Tabela 3 Resumo da análise de variância dos dados relativos ao acúmulo de fósforo do feijoeiro cv. Bolinha em haste (H), haste+folha (H+F), haste+folha+vagem (H+F+V) e total T. Safra primavera-verão 2006/2007. UFLA, 2010

| Fonte de Variação | GL | H | H+F | H+F+V | T |
|---------------------|-----|----------|----------|----------|------------|
| Bloco | 2 | 3,0073 | 5,1040 | 4,0707 | 2,6017 |
| Sistema (S) | 1 | 81,4448 | 145,9834 | 176,1651 | 242,724* |
| Erro 1 | 2 | 5,9419 | 16,2549 | 16,0181 | 14,893363 |
| População (P) | 4 | 15,3874* | 54,0057* | 83,3445* | 121,6229* |
| Idade da planta (I) | 6 | 22,1539* | 52,3669* | 99,4807* | 201,21228* |
| S x P | 4 | 2,4484* | 4,7386* | 6,3364* | 9,80459* |
| S x I | 6 | 7,7799* | 10,9454* | 9,6656* | 15,94094* |
| P x I | 24 | 1,3363* | 3,4986* | 6,4265* | 9,78271* |
| S x P x I | 24 | 0,3828 | 0,8338 | 1,3014 | 1,8623 |
| Erro 2 | 136 | 0,4338 | 1,2529 | 1,5560 | 2,1345 |
| CV (1) % | | 204,74 | 183,26 | 145,69 | 108,17 |
| CV (2) % | | 55,32 | 50,88 | 45,41 | 40,95 |
| Média geral | | 1,1906 | 2,2000 | 2,7470 | 3,57 |

* Significativo a 5% de variância pelo teste de F.

Tabela 4 ANEXO A. Resumo da análise de variância dos dados relativos ao acúmulo de potássio do feijoeiro cv. Bolinha em haste (H), haste+folha (H+F), haste+folha+vagem (H+F+V) e total T. Safra primavera-verão 2006/2007. UFLA, 2010

| Fonte de Variação | GL | H | H+F | H+F+V | T |
|---------------------|-----|-----------|------------|------------|--------------|
| Bloco | 2 | 32,8906 | 105,5885 | 63,8297 | 33,674916 |
| Sistema (S) | 1 | 1271,4265 | 4975,1934 | 4898,8758 | 5558,91525 |
| Erro 1 | 2 | 142,7480 | 552,6443 | 632,9558 | 690,688326 |
| População (P) | 4 | 391,4614* | 1839,2976* | 2756,5320* | 3391,030408* |
| Idade da planta (I) | 6 | 417,5695* | 1046,9763* | 2064,2417* | 3549,578024* |
| S x P | 4 | 34,9746* | 142,6087* | 162,3298* | 198,443730* |
| S x I | 6 | 71,4541* | 163,0806* | 136,9941* | 165,558764* |
| P x I | 24 | 29,5810* | 67,9811 | 132,7986* | 187,414853* |
| S x P x I | 24 | 6,6625 | 31,7904 | 41,4014 | 41,294123 |
| Erro 2 | 136 | 10,7226 | 45,3040 | 59,4700 | 69,726448 |
| CV (1) % | | 203,10 | 186,59 | 159,84 | 144,46 |
| CV (2) % | | 55,66 | 53,42 | 48,99 | 45,90 |
| Média geral | | 5,8827 | 12,5991 | 15,7400 | 18,192 |

* Significativo a 5% de variância pelo teste de F.

Tabela 5 Resumo da análise de variância dos dados relativos ao acúmulo de cálcio do feijoeiro cv. Bolinha em haste (H), haste+folha (H+F), haste+folha+vagem (H+F+V) e total T. Safra primavera-verão 2006/2007. UFLA, 2010

| Fonte de Variação | GL | H | H+F | H+F+V | T |
|---------------------|-----|-----------|------------|------------|--------------|
| Bloco | 2 | 37,8771 | 104,8521 | 99,4390 | 102,237613 |
| Sistema (S) | 1 | 21,7865 | 106,9858 | 121,5850 | 93,440030 |
| Erro 1 | 2 | 21,4559 | 193,1153 | 198,5872 | 204,656573 |
| População (P) | 4 | 183,0059* | 1221,7583* | 1479,1120* | 1535,032365* |
| Idade da planta (I) | 6 | 253,6409* | 1229,7703* | 1670,7702* | 1753,928513* |
| S x P | 4 | 7,9805 | 163,6449* | 211,9231* | 227,955911* |
| S x I | 6 | 82,3726* | 66,7893* | 37,9623 | 47,357006 |
| P x I | 24 | 19,6145* | 93,1789* | 116,3721* | 118,844633* |
| S x P x I | 24 | 9,7502 | 31,4549 | 38,1027 | 38,860326 |
| Erro 2 | 136 | 9,6008 | 30,5245 | 33,6389 | 34,370074 |
| CV (1) % | | 127,66 | 131,17 | 118,79 | 117,68 |
| CV (2) % | | 85,40 | 52,15 | 48,89 | 48,22 |
| Média geral | | 3,6284 | 10,5947 | 11,8632 | 12,15695 |

* Significativo a 5% de variância pelo teste de F.

Tabela 6 ANEXO A. Resumo da análise de variância dos dados relativos ao acúmulo de magnésio do feijoeiro cv. Bolinha em haste (H), haste+folha (H+F), haste+folha+vagem (H+F+V) e total T. Safra primavera-verão 2006/2007. UFLA, 2010

| Fonte de Variação | GL | H | H+F | H+F+V | T |
|---------------------|-----|----------|----------|----------|-------------|
| Bloco | 2 | 0,1708 | 0,9825 | 0,5093 | 0,11632 |
| Sistema (S) | 1 | 21,4592 | 77,6173 | 102,0060 | 113,34437 |
| Erro 1 | 2 | 1,2237 | 17,7031 | 20,6605 | 21,16172 |
| População (P) | 4 | 11,7804* | 69,8412* | 97,2767* | 113,116924* |
| Idade da planta (I) | 6 | 17,7396* | 55,1921* | 96,5582* | 128,362581* |
| S x P | 4 | 0,8137* | 5,5392* | 8,8490* | 6,701052* |
| S x I | 6 | 3,7859* | 4,6042* | 5,0462* | 10,748100* |
| P x I | 24 | 1,0445* | 3,8580* | 6,0375* | 6,312891* |
| S x P x I | 24 | 0,2078 | 1,1590 | 1,7058 | 1,970533 |
| Erro 2 | 136 | 0,1703 | 1,1277 | 1,4358 | 1,62392 |
| CV (1) % | | 106,04 | 165,83 | 147,81 | 134,95 |
| CV (2) % | | 39,55 | 41,85 | 38,97 | 37,38 |
| Média geral | | 1,0432 | 2,5373 | 3,0751 | 3,40886 |

* Significativo a 5% de variância pelo teste de F.

Tabela 7 ANEXO A. Resumo da análise de variância dos dados relativos ao acúmulo de enxofre do feijoeiro cv. Bolinha em haste (H), haste+folha (H+F), haste+folha+vagem (H+F+V) e total T. Safra primavera-verão 2006/2007. UFLA, 2010

| Fonte de Variação | GL | H | H+F | H+F+V | T |
|---------------------|-----|---------|----------|----------|------------|
| Bloco | 2 | 0,2532 | 0,5599 | 0,2237 | 0,085435 |
| Sistema (S) | 1 | 0,0005 | 0,0884 | 0,1221 | 0,187204 |
| Erro 1 | 2 | 0,9694 | 4,2401 | 4,3096 | 4,356944 |
| População (P) | 4 | 6,7089* | 26,7922* | 33,7790* | 40,248325* |
| Idade da planta (I) | 6 | 5,1900* | 15,6464* | 23,3855* | 35,353625* |
| S x P | 4 | 1,1988* | 4,3404* | 5,4959* | 2,567023* |
| S x I | 6 | 0,5877* | 1,7185* | 1,5836* | 6,64851* |
| P x I | 24 | 0,5363* | 1,5584* | 2,0076* | 2,15148* |
| S x P x I | 24 | 0,2323 | 0,5997 | 0,7153 | 0,913608* |
| Erro 2 | 136 | 0,1291 | 0,4652 | 0,5019 | 0,560116 |
| CV (1) % | | 153,99 | 147,69 | 130,57 | 115,39 |
| CV (2) % | | 56,19 | 48,92 | 44,56 | 41,37 |
| Média geral | | 0,6394 | 1,3943 | 1,5899 | 1,8089 |

* Significativo a 5% de variância pelo teste de F.

ARTIGO 2

**ACÚMULO DE MATÉRIA SECA E MACRONUTRIENTES EM
DIFERENTES ÓRGÃOS DO FEIJOEIRO cv. Jalo EEP 558 EM FUNÇÃO
DE POPULAÇÕES DE PLANTAS E AMBIENTES**

Artigo submetido á revista *Bean Improvement Cooperative*.

1 INTRODUÇÃO

Como a população ideal de feijoeiros depende, dentre outros fatores, da arquitetura de plantas e da capacidade do solo em fornecer nutrientes, uma recomendação adequada para a cultura deverá considerar a cultivar, ou tipo de planta, a população de plantas e o sistema de manejo. Para cada sistema de manejo e nível de adubação há um nível biologicamente ótimo de população. Assim, para cada cultivar e sistema de manejo, deverá haver uma população ideal, considerando a quantidade de fertilizantes adequada.

Em geral recomenda-se de 0,40 a 0,60 m de espaçamento entre linhas, com 10 a 12 plantas por metro (SILVA, 1996), o que corresponde a populações de 167 a 300 mil plantas ha⁻¹, com média de cerca de 235 mil plantas ha⁻¹.

Geralmente se considera que quanto maior a população de plantas, maior será a produtividade. Sabe-se, entretanto, que populações maiores levam a novo equilíbrio, resultando em pragas, doenças e maior demanda de insumos, como sementes e adubos, entre outros, o que deve ser melhor avaliado, pois pode ser mais interessante para as empresas produtoras de insumos, que para os agricultores. A boa produtividade não deve trazer dificuldades adicionais com a condução e colheita da lavoura e com maior gasto de insumos, porque isto resultará em menor receita, além de prejudicar o meio ambiente (ALVES JUNIOR, 2007).

Populações diferentes tendem a manter rendimentos semelhantes, principalmente pela capacidade de compensação entre os componentes do rendimento do feijoeiro, como no caso do número de vagem por planta (FERNANDES, 1987; VILLAMIL LUCAS, 1987; ARF et al., 1990 e VALE, 1994), mas existem diferenças de comportamento das cultivares de diferentes hábitos de crescimento.

O desenvolvimento da cultura é favorecido pelo sistema plantio direto, pois proporciona maior disponibilidade de água, devido às características da cobertura do solo e, não menos importante, protege o solo dos impactos das gotas de chuva, favorecendo a infiltração, reduzindo perdas de solo por erosão, e perda de água por escoamento (STONE; SILVEIRA 1999; URCHEI; RODRIGUES; STONE 2000).

As práticas culturais devem ser adequadas aos hábitos de crescimento, uma vez que, a densidade populacional, por exemplo, correlaciona-se com caracteres varietais (JAUER et al., 2003).

Melhor desempenho da cultura com aumento da população é dificultado principalmente pela competição por luz, estabelecida com maior intensidade na fase reprodutiva (BENNETT; ADAMS; BURGA 1977), afetando os componentes de rendimento. Assim, as cultivares de crescimento determinado sofrem menor competição nas maiores densidades que as de crescimento indeterminado, mas há outros fatores envolvidos, como a fertilidade do solo, condições climáticas e o material genético (ALVES JÚNIOR, 2007).

A população ideal de feijoeiros é função, dentre outros fatores, da arquitetura de plantas e da capacidade do solo apresentar condições favoráveis; dessa forma, uma recomendação adequada de adubação e um sistema de manejo que melhor acondicione o ambiente produtivo, deverá considerar a cultivar, hábito de crescimento e a população de plantas envolvidas no sistema (SOUZA et al., 2008). A adoção do sistema plantio direto, para utilização de cultivares promissoras, necessita de avaliações quanto à adaptabilidade dessas cultivares, principalmente em ambientes melhorados com solos mais estruturados e protegidos por palhada.

O hábito de crescimento é considerado um dos caracteres mais importantes do feijoeiro, pois é essencial na descrição das cultivares, na escolha das mais adequadas para o plantio nas mais variadas condições de cultivo e na

obtenção de novas cultivares pelo melhoramento (SANTOS; GAVILANES, 2006).

O rendimento de grãos pode ser afetado pela densidade populacional, fato este relacionado ao hábito de crescimento da planta de feijoeiro (SHIMADA; ARF; SÁ, 2000; STONE; PEREIRA, 1994). Estudos da influência da densidade populacional em cultivares de diferentes hábitos de crescimento têm mostrado que há incremento de produtividade com o aumento da população (SILVA; LIMA; MENEZES, 2007; SOUZA; ANDRADE; ALVES, 2004). Solos mais férteis e com melhor disponibilidade de água, como em sistema plantio direto, por exemplo, podem favorecer esse tipo de resultado. Este raciocínio é partilhado por Faria (1980), para quem a população não deve ser alta em situações de limitação de solo ou água.

A marcha de absorção de nutrientes permite conhecer as quantidades de nutrientes absorvidas e a absorção relativa em cada fase da cultura, fornecendo informações básicas sobre as épocas mais adequadas para a aplicação dos fertilizantes. Em espécies com raízes pouco profundas e altamente exigentes como o feijoeiro, essas informações são ainda mais valiosas (VIEIRA, 2009).

O acúmulo de matéria seca (MS) em função da densidade populacional do feijoeiro também é parâmetro para se avaliar de forma quantitativa o crescimento das plantas. Jauer (2003) e Zobot et al. (2004) demonstraram que o acúmulo de matéria seca ocorre ao longo de todo o ciclo, chegando à colheita com maior quantidade de biomassa.

Conforme Cobra Netto (1967), Brandes (1971), Rosolem (1987), Bulisani (1994) e Vieira (2006), o acúmulo de MS do feijoeiro (*Phaseolus vulgaris* L.) apresenta comportamento padrão. As hastes acumulam MS até a floração, quando estabiliza. As folhas iniciam o ciclo suavemente, acumulando de forma aguda até a fase de enchimento de grãos; após essa fase, inicia-se o processo de desfolha, causando decréscimo no acúmulo. Os órgãos reprodutivos,

flores e vagens, acumulam MS até o final do ciclo da cultura. Os grãos sofrem acúmulo acentuado desde o seu surgimento até a colheita.

Lopes e Carvalho (1988) apontaram que a taxa de acúmulo de matéria seca é sequencial, modificando-se conforme o estágio de crescimento da planta. No início, folhas e raízes são drenos preferenciais; por certo período, os caules assumem relevância e, a partir do florescimento, com o aparecimento das vagens, estas passam a ser os drenos preferenciais.

A maioria dos trabalhos concorda quanto aos nutrientes mais extraídos pelo feijoeiro, o N e o K, seguidos do Ca. Variações nos resultados aparecem no acúmulo do S, Mg e P, sendo essa a ordem obtida por Haag et al. (1967), Cobra Netto et al. (1971), Malavolta e Lima Filho (1997) e Garrido et al. (2000). Em função das condições experimentais, pequenas variações podem ocorrer, como nos trabalhos de El-Husny (1992) com a cv. Carioca Mg>S>P, Vieira (2006) com as cultivares Ouro Negro e Talismã Mg>P>S em plantio convencional e Andrade et al. (2000) com a cultivar Carioca-MG P>Mg>S em solo de várzea.

O nitrogênio tem grande importância, principalmente nas fases de florescimento e enchimento de grãos, pois, como há vagens e grãos crescendo simultaneamente, a demanda por N nessa fase é alta (PORTES, 1996). Dessa forma, o feijoeiro não absorve todo o N que necessita nos primeiros 50 dias do ciclo (ROSOLEM, 1987). Westermann et al. (1981) observaram absorção de até $3,5 \text{ kg ha}^{-1} \text{ dia}^{-1}$ no período de enchimento de grãos, num estudo realizado com nove cultivares de feijoeiro. Gallo e Miyasaka (1961) afirmam que, no período de 33 a 44 dias após o estabelecimento da cultura, ocorre absorção máxima de nitrogênio, com cerca de $2,46 \text{ kg de N ha}^{-1} \text{ dia}^{-1}$, na cv. Chumbinho Opaco.

Segundo Araújo, Vieira e Miranda (1994), a absorção do nitrogênio ocorre praticamente durante todo o ciclo da cultura, mas, a época de maior exigência, quando a velocidade de absorção é máxima, acontece dos 35 aos 50 DAE.

Quanto ao fósforo, a maior velocidade de absorção dá-se dos 30 aos 55 dias, compreendendo desde o período do aparecimento dos botões florais até o final do florescimento, acentuando-se ainda mais entre 45 e 55 dias, época em que começa a formação das vagens, sendo que o feijoeiro cv. Carioca absorve cerca de $0,21 \text{ kg de P.ha}^{-1}.\text{dia}^{-1}$. Até aos 55 dias, a maior quantidade de fósforo absorvido localiza-se nas folhas e, a partir deste período, é aparente uma translocação do nutriente para as vagens (ROSOLEM, 1987). Na cv. Chumbinho Opaco, no período de 33 a 44 dias, Gallo e Miyasaka (1961) determinam absorção de $0,27 \text{ kg de P.ha}^{-1}.\text{dia}^{-1}$.

A maior demanda de potássio pelo feijoeiro ocorre entre 25 e 35 DAE, período de diferenciação dos botões florais, quando a absorção média é de $1,69 \text{ kg de K.ha}^{-1}.\text{dia}^{-1}$ e entre 45 e 55 dias, correspondendo ao final do florescimento, com demanda média de absorção de $3,29 \text{ kg de K ha}^{-1} \text{ dia}^{-1}$ na cv. Carioca (ROSOLEM, 1987). No período de 33 a 44 dias, Gallo e Miyasaka (1961), estudando a cv. Chumbinho Opaco, relatam uma demanda de $2,17 \text{ kg de K ha}^{-1} \text{ dia}^{-1}$. Segundo Rosolem (1996), a quase totalidade do K é absorvida pelo feijoeiro até 40-50 DAE. Entretanto, a resposta aos fertilizantes potássicos é pouco frequente no Brasil ou de pequena magnitude, em função da fertilidade natural dos solos, com teores médios a altos de K e da curta duração dos ciclos das cultivares (MORAES, 1988).

O cálcio atinge seu ponto máximo de absorção entre 10 e 15 DAE, tanto nos feijoeiros de porte determinado como indeterminado. Segundo Haag et al. (1967), a absorção máxima de cálcio pelo feijoeiro, cv. Chumbinho Opaco, ocorre em torno dos 50 DAE. Ocorre intensamente dos 27 aos 55 dias, compreendendo o período de diferenciação floral até o final do florescimento, fase em que a absorção média é de $1,52 \text{ kg de Ca ha}^{-1} \text{ dia}^{-1}$ na cv. Carioca (ROSOLEM, 1987).

O enxofre tem sua velocidade de absorção relativamente alta desde os 25 dias, atingindo sua máxima absorção no final do florescimento, ocasião em que atinge, aproximadamente, a $0,80 \text{ kg de S ha}^{-1} \text{ dia}^{-1}$ na cv. Carioca (ROSOLEM, 1987). Haag et al. (1967) observaram que, na cv. Chumbinho Opaco, a absorção máxima ocorre em torno dos 70 DAE.

O objetivo do presente trabalho foi estudar o acúmulo e distribuição de matéria seca e macronutrientes, nas diversas partes da planta do feijoeiro cv. Jalo EEP 558, semeado em diferentes densidades populacionais, em sistema plantio direto e convencional.

2 MATERIAL E MÉTODOS

O estudo constou de um experimento, conduzido na área experimental do Departamento de Agricultura (DAG), Setor de Grandes Culturas da Universidade Federal de Lavras (UFLA), em Lavras - MG, em Latossolo Vermelho distroférico (EMBRAPA, 2009), originalmente sob cerrado, em duas áreas contíguas, uma em ambientes de ambiente 1 (ambiente 1), e outra em ambiente 2 (ambiente 2). Resultados de análises químicas de amostras do solo, coletadas à profundidade de 0-20cm, antes da semeadura do feijão, nos dois ambientes, podem ser visualizados na Tabela 1.

Tabela 1 Resultados da análise química de amostra do solo na área experimental, profundidade 0 a 20 cm em dois ambientes. UFLA, Lavras, 2010.*

| Características | Ambiente 1** | Ambiente 2** |
|---------------------------------------|--------------|--------------|
| pH em H ₂ O | 6,5 AcF | 5,3 AcM |
| P (Mehlich 1) mg.dm ⁻³ | 8,2 Ba | 8,9 Ba |
| K (Mehlich 1) mg.dm ⁻³ | 84,0 B | 62,0 M |
| Ca cmolc.dm ⁻³ | 2,5 B | 1,6 M |
| Mg cmolc.dm ⁻³ | 0,9 M | 0,4 Ba |
| Al cmolc.dm ⁻³ | 0,0 Ba | 0,3 Ba |
| S mg.dm ⁻³ | 11,8 MB | 31,7 MB |
| Matéria Orgânica dag.kg ⁻¹ | 2,6 M | 3,4 M |
| V (%) | 63,2 B | 30,2 Ba |

* Análises realizadas no Laboratório de Fertilidade do Solo do Departamento de Ciência do Solo da UFLA.

** Interpretação de acordo com Alvarez V. et al. (1999). AcF = acidez fraca, AcM = acidez média, Ba = teor baixo, M = médio, B = bom, MB = muito bom.

Lavras situa-se a uma altitude média de 918 metros, a 21°14' de latitude Sul e 45°00' de longitude Oeste de Greenwich, e seu clima de acordo com a classificação internacional de Köppen, é mesotérmico cwb (LAVRAS, 1993). Os experimentos foram conduzidos na safra primavera-verão 2006/2007, caracterizada por excessiva precipitação pluvial. A precipitação total foi de 1143,2mm, sendo registradas temperaturas, média diária de 22,2°C, máxima de

32,8°C e mínima de 11,8°C. A umidade relativa do ar apresentou média de 80,6%. A variação diária dos dados meteorológicos, cedida pela Estação Climatológica de Lavras - MG é apresentada na Figura 1.

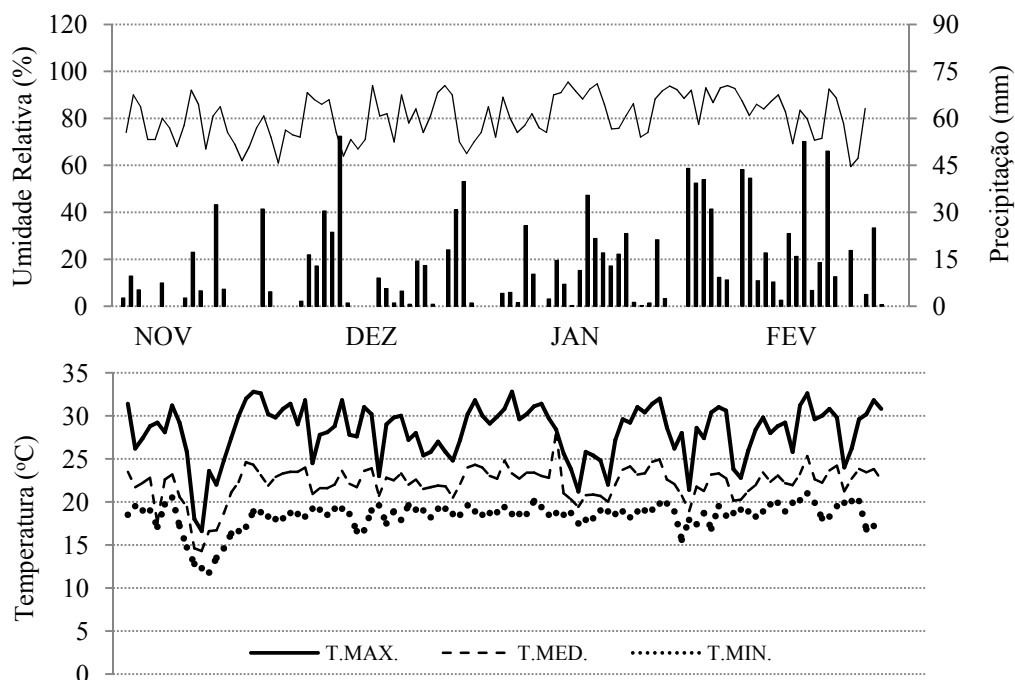


Figura 1 Variação diária das temperaturas máxima, média e mínima, umidade relativa do ar e precipitação pluvial em Lavras, de novembro de 2006 a fevereiro de 2007. Fonte: Estação Climatológica de Lavras, situada no *campus* da UFLA.

No ambiente 1, a semeadura foi realizada sob palhada de capim braquiária, dessecada 30 dias antes da semeadura com 2,5 L.ha⁻¹ de Roundup[®] e oito dias antes da semeadura com 2,0 L.ha⁻¹ de Gramoxone[®]. No ambiente 2, o preparo do solo constou de uma aração e duas gradagens. A cultivar Jalo EEP 558, de feijoeiro-comum (*Phaseolus vulgaris* L.) foi semeada aos 21 dias de novembro do ano de 2006.

Conforme Ramalho e Abreu (2006), a cultivar Jalo EEP 558, do grupo comercial Jalo, tem porte semiprostrado, de tipo III, com crescimento indeterminado, grão de brilho intermediário, grupo comercial manteigão, peso de 100 grãos de 30 a 40g e ciclo médio.

Cada parcela foi constituída de 4 linhas de 5 m de comprimento, com espaçamento de 0,5 m entre linhas (10 m²); como parcela útil foram consideradas as duas linhas centrais (5m²). A semeadura foi feita de modo manual, adotando-se a densidade de semeadura ideal para se atingir as populações desejadas. Todas as parcelas receberam idêntica adubação, proporcional a 400 kg.ha⁻¹ do formulado 8-28-16, determinada por meio da interpretação dos resultados de análise do solo (Tabela 1), segundo Chagas et al. (1999). Não foi feita a correção do solo (ALVAREZ V.; RIBEIRO, 1999). A adubação nitrogenada de cobertura foi realizada aos 21 dias após emergência, no estágio V₃-V₄ (FERNANDEZ; GEPTS; LÓPEZ, 1985), utilizando-se 30 kg.ha⁻¹ de N, fonte uréia. Os tratos culturais foram os normalmente dispensados à cultura na região e o experimento não recebeu irrigação.

O delineamento experimental utilizado foi em blocos casualizados, com três repetições, com tratamentos dispostos no esquema de parcela subdividida, sendo as parcelas representadas pelos dois ambientes, e na sub-parcela, fatorial 5x7, envolvendo cinco densidades de plantio (75, 145, 215, 285 e 355 mil plantas.ha⁻¹) e sete idades das plantas (10, 20, 30, 40, 50, 60 e 70 DAE, no ambiente 1) e (13, 23, 33, 43, 53, 63 e 73 DAE, no ambiente 2).

Para se obter o acúmulo de matéria seca da parte aérea ao longo do ciclo da cultura, foram realizadas coletas a cada 10 dias a partir do 10º dia após emergência (DAE), no ambiente 1, e a partir do 13º dia após emergência (DAE), no ambiente 2. Em cada coleta foram amostradas cinco plantas por meio de corte a 1 cm do solo, separando-se as partes das plantas em haste, folhas, flores + vagens e grãos, sendo posteriormente o material seco em estufa com circulação

forçada de ar a 65-70°C, até peso constante. Esses materiais foram pesados em balança de precisão, determinando-se, o peso da matéria seca das partes da planta, transformado em acúmulo de matéria seca por hectare.

Para estudar o progresso do acúmulo de nutrientes na parte aérea ao longo do ciclo da cultura, foram utilizadas amostras da matéria seca, trituradas e encaminhadas ao Laboratório de Análise Foliar, no Departamento de Ciências do Solo da UFLA, para a realização das análises dos teores de macronutrientes. Os teores de N foram obtidos quimicamente pelo método Kjeldahl; o P, K, Ca, Mg, S por digestão com ácido nítrico e perclórico e determinados nos extratos: P em colorimetria, K fotometria de chama; S turbidimetria; Ca e Mg espectrofotometria de absorção atômica, conforme Malavolta e Lima Filho (1997). A partir dos teores dos macronutrientes e do acúmulo de matéria seca em cada coleta, foi obtida a marcha de acúmulo ($\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$) de cada um dos nutrientes.

As coletas periódicas foram utilizadas no ajuste de curvas de regressão por ambientes e densidades populacionais em função de dias após a emergência (DAE). As curvas corresponderam aos acúmulos de matéria seca e nutrientes em haste (H), haste+folha (H+F), haste+folha+ órgãos reprodutivos: flores e vagens (H+F+V) e planta total (T); incluindo hastes, folhas, flores, vagens e grãos (T). Os efeitos de ambientes foram avaliados pelo teste F (BANZATTO; KRONKA, 1995) e os efeitos das populações de plantas por regressão, com posterior seleção das equações mais representativas das relações entre as variáveis envolvidas, seguindo a significância do modelo e o valor do coeficiente de determinação (R^2) (GOMES, 1990). Para as análises estatísticas e ajustes dos modelos de regressão foi utilizado o programa SAS cuja licença autorizada pertence à UFLA (SAS, 2010).

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 Acúmulo de Matéria Seca

As análises de variância dos acúmulos de MS (Tabela 1 ANEXO A) não revelaram significância da interação tripla e nem da interação dupla entre população x idade da planta, indicando que o acúmulo de MS ao longo do ciclo seguiu o mesmo padrão nas diferentes populações de planta. É provável que este efeito esteja relacionado com a capacidade de compensação da cultura, notada de forma mais acentuada em cultivares com hábito de crescimento do tipo III, como é o caso da cultivar Jalo EEP 558. As demais interações duplas foram significativas, mostrando interdependência dos fatores envolvidos (Tabela 1 ANEXO A).

O desdobramento da interação ambientes x idade da planta é ilustrado pela Figura 2, onde foi maior o acúmulo total de MS no ambiente 1, no qual, aos 73 DAE foram acumulados $2361 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$; o ponto de máximo acúmulo, da ordem de $2429 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$, foi estimado aos 86 DAE, já além do ciclo observado. No ambiente 2, aos 73 DAE a curva de matéria seca total, ascendente, registrou o valor máximo de $2040 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$.

As análises de variância relativas à matéria seca (MS) de hastes, hastes+folhas, hastes+folhas+vagem e total são resumidas na Tabela 1 ANEXO A. As análises revelaram que não houve significância da interação tripla em nenhuma situação, no entanto, as interações duplas foram significativas, exceto ambientes x idade da planta (DAE) em relação a matéria seca de haste+folha+vagem. Na prática, estes resultados indicam que os efeitos dos fatores foram interdependentes, dois a dois.

Na Figura 2 é apresentado o desdobramento da interação ambientes x idade da planta, com as curvas e equações cúbicas ajustadas. No caso da matéria

seca de haste+folha+vagem não houve ajuste e o efeito da idade da planta é representado pelo valor médio, para o ambiente 1 e ambiente 2, da ordem de 1097 kg.ha^{-1} e 661 kg.ha^{-1} , respectivamente (Figura 2). Analisando as curvas ajustadas, observa-se que o acúmulo de MS é crescente com a idade da planta, mas que no ambiente 1 houve maior acúmulo na haste e haste+folha, resultando em maior MS total, comparando-se ao ambiente 2. Os máximos acúmulos de MS total foram 2287 kg.ha^{-1} , no ambiente 1, e 1587 kg.ha^{-1} no ambiente 2, alcançados aos 69 DAE e 63 DAE, respectivamente.

A interação ambientes x população indicou efeito significativo das populações em todas partes da planta, ajustando-se equações lineares no ambiente 1 e quadráticas no ambiente 2 (Figura 3). O ambiente 2 teve máximo acúmulo total de MS (1471 kg.ha^{-1}) na população 355 mil plantas.ha⁻¹, o mesmo acontecendo no ambiente 1 (2033 kg.ha^{-1}).

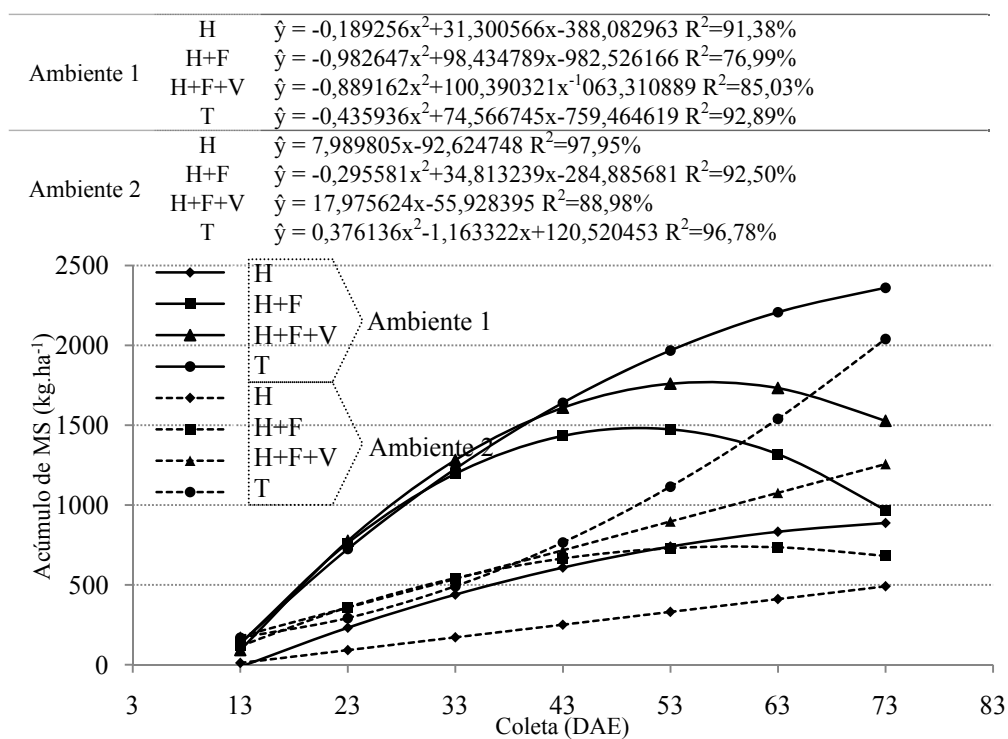


Figura 2 Marcha de acúmulo de matéria seca na parte aérea do feijoeiro cultivar Jalo EEP 558 nos ambientes 1 e 2 no decorrer do ciclo da cultura, safra primavera-verão 2006/2007. UFLA, 2010

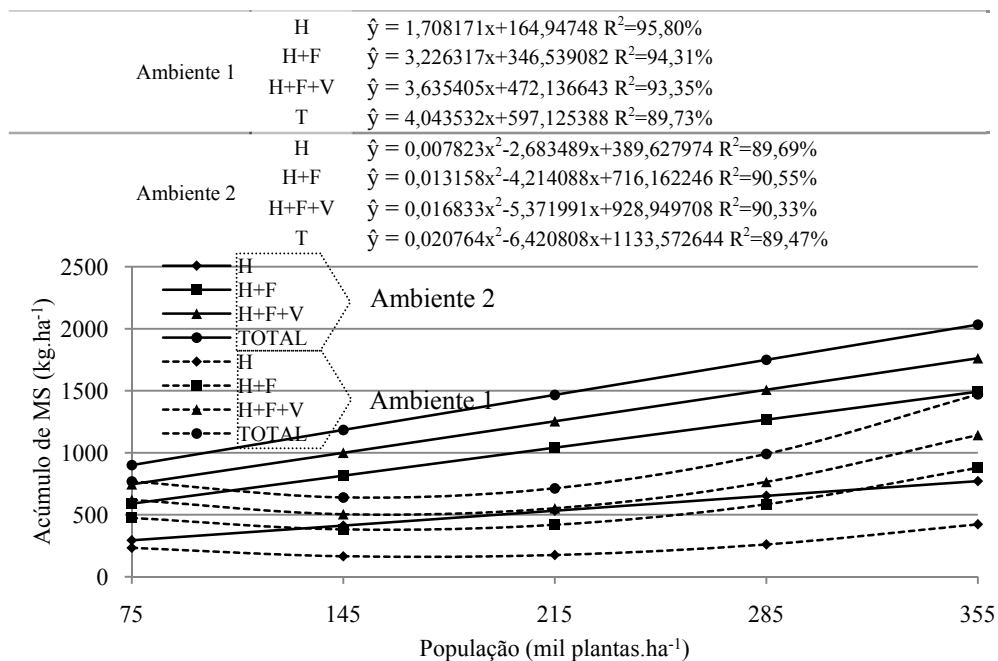


Figura 3 Acúmulo de matéria seca (kg.ha^{-1}) na parte aérea da cultivar Jalo EEP 558 em função de populações de plantas dentro de cada ambientes de manejo, safra primavera-verão 2006/2007. UFLA, 2010

Como já mencionado, a interação população x idade da planta não foi significativa. Os valores médios são apresentados na Tabela 2.

Tabela 2 Valores médios do acúmulo de matéria seca (kg.ha^{-1}) na parte aérea da cultivar Jalo EEP 558 em função de populações e partes da planta, safra primavera-verão 2006/2007. UFLA, 2010

| Parte da planta | População (mil plantas.ha ⁻¹) | | | | |
|-----------------|---|-----|------|------|------|
| | 75 | 145 | 215 | 285 | 355 |
| H | 237 | 305 | 387 | 443 | 586 |
| H+F | 474 | 643 | 783 | 912 | 1157 |
| H+F+V | 612 | 809 | 969 | 1116 | 1421 |
| T | 743 | 988 | 1165 | 1356 | 1706 |

Outra abordagem sobre o comportamento do acúmulo de matéria seca, nos dois ambientes e diferentes populações de planta considerou apenas os dados finais, obtidos por ocasião da última coleta. Os resultados são apresentados na Figura 4 e Tabela 3 a seguir.

À medida que se aumentou a população de plantas, elevou-se o acúmulo final de MS total (e nas diferentes partes da planta), com predominância de efeito quadrático, sendo que no ambiente 1, onde houve maior crescimento, populações maiores reduziram o acúmulo de matéria seca. Estes resultados comprovam outros anteriores, no sentido de que o hábito indeterminado com grande ramificação apresenta menor adaptação ou resposta ao incremento da população.

Segundo Vieira (2006), tanto no ambiente 1 quanto no ambiente 2, a cultivar Talismã produziu mais matéria seca que a cultivar Ouro Negro. Na mesma tabela observa-se que as cultivares Talismã e Ouro Negro produziram, em média, 4,938 e 2,014 kg.ha⁻¹ de matéria seca total na parte aérea, respectivamente, com média geral de 3,476 kg.ha⁻¹ de matéria seca total. O valor inferior do acúmulo de matéria seca por parte da cv. Ouro Negro foi influenciado pelo desempenho no ambiente 1, por tratar-se de área em primeiro ano de incorporação ao processo produtivo.

Na Tabela 6 pode ser observado que não houve diferença significativa entre os ambientes na população mais baixa, ou seja, 75 mil plantas.ha⁻¹. À medida que se incrementou a população, entretanto, as diferenças entre os ambientes também aumentaram, apresentaram-se significativas. O melhor ambiente proporcionado pelo ambiente 1 resultou em maior crescimento das plantas, as quais acumularam mais matéria seca até a ocasião da última coleta.

O comportamento de acréscimo no acúmulo total de MS do presente trabalho, apresentaram comportamento com certa similaridade aos resultados obtidos por alguns autores (SILVA, 1985; TEIXEIRA et al., 2000), apesar de

diferente aos apresentados em outros trabalhos (SHIMADA; ARF; SÁ, 2000; GOMES et al., 2000; JAUER et al., 2003; ZABOT et al., 2004), sendo o acúmulo e MS total aumentado conforme acrescida a população de plantas.

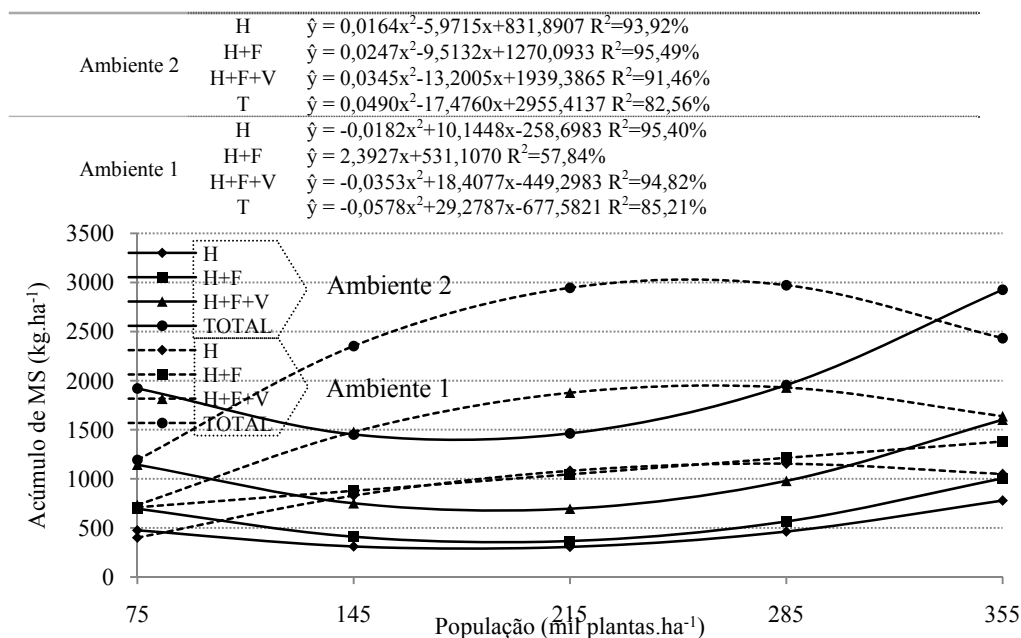


Figura 4 Acúmulo de MS ($\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$) da cultivar Jalo EEP 558 em diferentes populações, sob ambiente 1 e ambiente 2, safra primavera-verão 2006/2007. UFLA, 2010

Avaliando-se o acúmulo final de MS nas partes da planta, apresentou-se de maneira semelhante aos resultados de Bulisani (1994) com a cultivar Goiano Precoce, de hábito tipo I. Diferindo, no entanto, das cultivares Carioca (III), Bico de Ouro (III), Rico 23 (II) e Rosinha G2 (III). Os resultados obtidos por El-Husny (1992), também apresentaram a cv. Carioca com superioridade ao presente ensaio.

Tabela 3 Média de acúmulo final de MS ($\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$) na cultivar, Jalo EEP 558 em diferentes populações, sob ambiente 1 e ambiente 2, safra primavera-verão 2006/2007. UFLA, 2010

| Parte da planta | Ambientes | População de plantas ($\text{mil plantas}\cdot\text{ha}^{-1}$) | | | | |
|-----------------|------------|--|-------|-------|-------|-------|
| | | 75 | 145 | 215 | 285 | 355 |
| Haste | Ambiente 2 | 354a | 280a | 374a | 401a | 797a |
| | ambiente 1 | 480a | 925b | 1058b | 1082b | 1082a |
| Haste+folha | Ambiente 2 | 430a | 399a | 435a | 482a | 1034a |
| | ambiente 1 | 689a | 1110b | 1240b | 1246b | 1199a |
| H+F+V | Ambiente 2 | 660a | 677a | 851a | 844a | 1641a |
| | ambiente 1 | 1154a | 1656b | 1775b | 1888b | 1677a |
| Total | Ambiente 2 | 1135a | 1244a | 1850a | 1637a | 2344a |
| | ambiente 1 | 1958a | 2611b | 2514a | 3284b | 3012a |

*Pares de médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem significativamente pelo teste F a 5% de probabilidade.

3.2 Acúmulo de nitrogênio

As análises de variância relativas aos acúmulo de N na haste, haste+folha, haste+folha+vagem e total, podem ser visualizadas nos resumos apresentados na Tabela 2 ANEXO A. Verifica-se que não houve significância da interação tripla, no entanto, as interações duplas apresentaram-se significativas, exceto a interação população x idade da planta.

A marcha de acúmulo de N nas diferentes partes da planta da cv. Jalo EEP 558 pode ser vista na Figura 5 O ambiente 1 permitiu maior acúmulo total de N ($262,89 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ aos 62,8 DAE) que o ambiente 2 ($162,62 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ aos 73 DAE) onde houve ajuste de equação linear.

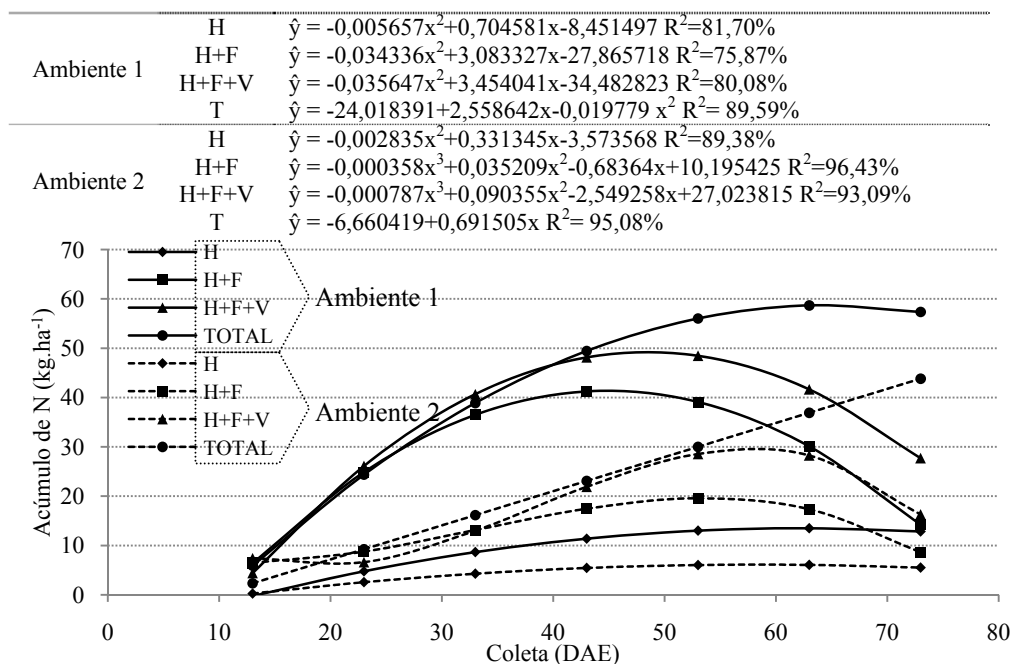


Figura 5 Marcha de acúmulo de Nitrogênio (kg.ha^{-1}) na parte aérea do feijoeiro cultivar Jalo EEP 558 nos ambientes 1 e 2 no decorrer do ciclo da cultura, safra primavera-verão 2006/2007. UFLA, 2010

A interação ambientes x população foi significativa nos dois ambientes, para o acúmulo de N em todas as partes da planta, (Tabela 2 ANEXO A). De maneira geral verificou-se que, em ambos os ambientes, o incremento da população aumentou o acúmulo de N.

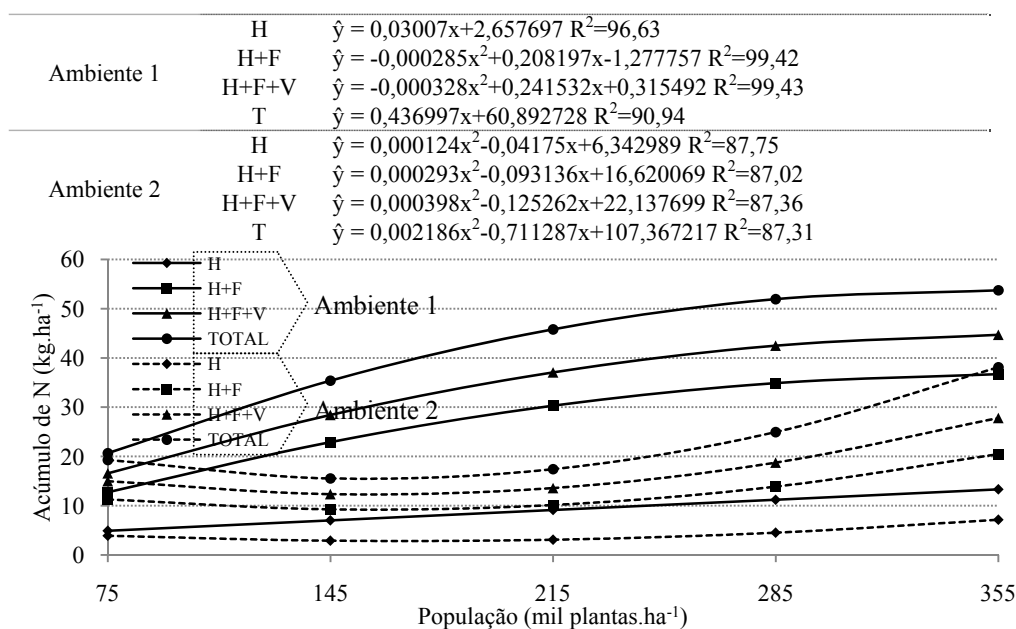


Figura 6 Acúmulo de Nitrogênio (kg.ha^{-1}) na parte aérea da cultivar Jalo EEP 558 em função de população de plantas dentro de cada ambientes de manejo, safra primavera-verão 2006/2007. UFLA, 2010

A cv. Jalo EEP 558 teve, no ambiente 1, equações lineares (haste e total), e quadráticas (haste+folha e haste+folha+vagem), com máximo acúmulo total de N na população mais alta, de 355 mil plantas. ha^{-1} com 216,03 kg.ha^{-1} . No ambiente 2 todas as partes da planta apresentaram equações quadráticas, com máximo acúmulo total de N também na população 355 mil plantas. ha^{-1} , com 205,97 kg.ha^{-1} (Figura 6).

O desdobramento da interação população x idade da planta mostrou que o efeito da idade não foi significativo. Os valores médios são apresentados na Tabela 4.

Tabela 4 Valores médios do acúmulo de Nitrogênio ($\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$) na parte aérea da cultivar Jalo EEP 558 em função de população e partes da planta, safra primavera-verão 2006/2007. UFLA, 2010

| Parte da planta | 75 | 145 | 215 | 285 | 355 |
|-----------------|----|-----|-----|-----|-----|
| H | 4 | 5 | 7 | 8 | 10 |
| H+F | 12 | 17 | 20 | 24 | 29 |
| H+F+V | 15 | 21 | 26 | 29 | 37 |
| T | 70 | 98 | 112 | 131 | 169 |

O comportamento do acúmulo final de N, verificado por ocasião da última coleta, em função das populações, nos dois ambientes, o acúmulo de N foi sempre crescente e quadrático, sendo que no ambiente 1, onde houve maior crescimento, populações maiores não se traduziram em maior acúmulo de N. Este resultado, portanto, acompanhou o já descrito comportamento do acúmulo de matéria seca. Fato este, que, está de acordo com o relatado por alguns autores, no sentido de que o padrão de acúmulo de N no feijoeiro acompanha o padrão do acúmulo de matéria seca (BULISANI, 1994; EL-HUSNY, 1992).

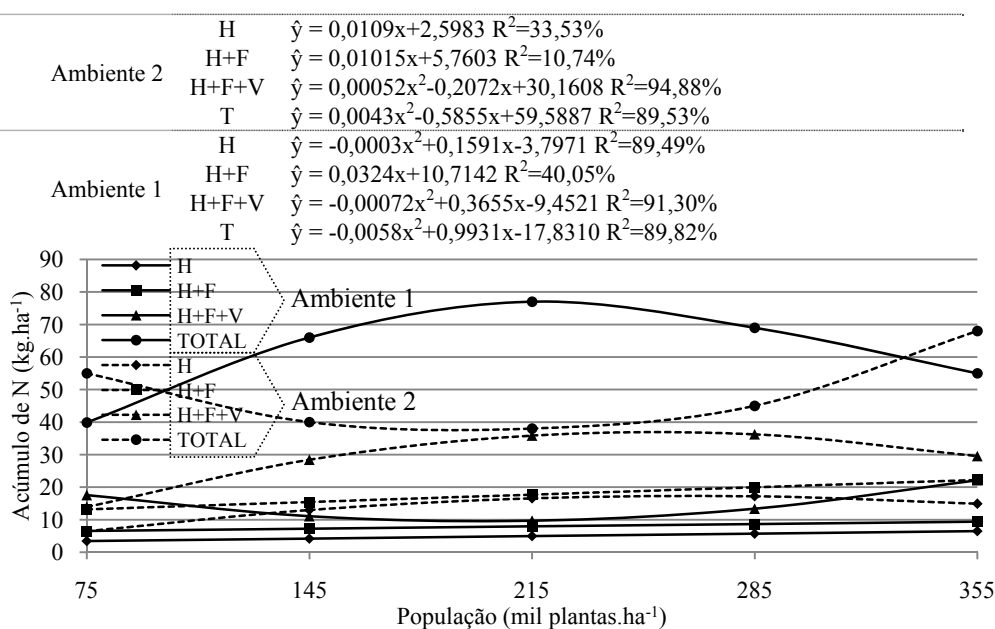


Figura 7 Acúmulo de N ($\text{kg} \cdot \text{ha}^{-1}$) da cultivar Jalo EEP 558 em diferentes populações, sob ambiente 1 e ambiente 2, safra primavera-verão 2006/2007. UFLA, 2010

Tabela 5 Média de acúmulo final de N ($\text{kg} \cdot \text{ha}^{-1}$) na cultivar Jalo EEP 558 em diferentes populações, sob ambiente 1 e ambiente 2, safra primavera-verão 2006/2007. UFLA, 2010

| Parte da planta | Ambiente | População de plantas ($\text{mil plantas} \cdot \text{ha}^{-1}$) | | | | |
|-----------------|----------|--|-----|-----|-----|-----|
| | | 75 | 145 | 215 | 285 | 355 |
| Haste | Ambiente | 5a | 3a | 4b | 4b | 8b |
| | Ambiente | 6a | 14b | 18a | 15a | 16a |
| Haste+folha | Ambiente | 10a | 6a | 5b | 6a | 13a |
| | Ambiente | 8a | 19a | 23a | 20a | 19a |
| H+F+V | Ambiente | 17a | 11a | 11b | 12a | 23a |
| | Ambiente | 12a | 31a | 37a | 32a | 31a |
| Total | Ambiente | 44a | 28b | 43a | 36b | 70a |
| | Ambiente | 29b | 63a | 62a | 85a | 56a |

*Pares de médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem significativamente pelo teste F a 5% de probabilidade.

Na Tabela 5 observa-se que não houve diferença significativa entre os ambientes na população mais baixa (75 mil plantas.ha⁻¹). Entretanto, à medida que se incrementou a população, as diferenças entre os ambientes também aumentaram, tornando-se significativas. Nestes casos de significância, o ambiente 1 apresentou maior acúmulo de N, mais uma vez acompanhando, em linhas gerais, o comportamento do acúmulo de matéria seca. O melhor ambiente proporcionado pelo ambiente 1 resultou em maior crescimento das plantas que, por sua vez, acumularam mais N. Este resultado é corroborado por outros como os de Vieira (2006) e Vieira (2009).

Os acúmulos finais de N total, apresentaram-se com superioridade aos resultados obtidos por El-Husny (1992), com a cultivar Carioca, e por Bulisani (1994), com as cultivares Carioca, Goiano Precoce, Bico de Ouro, Rosinha G2 e Rico 23. Os resultados apresentaram-se superiores também nos acúmulos finais de N, na maioria das comparações, nas vagens e grãos (BULISANI, 1994; EL-HUSNY, 1992).

3.3 Acúmulo Fósforo

As análises de variância relativas ao acúmulo de P na haste, haste+folha, haste+folha+vagem e total estão resumidas na Tabela 3 ANEXO A. Em nenhuma situação houve significância da interação tripla e as demais interações duplas foram significativas exceto a interação população x idade da planta.

O desdobramento ambientes x idade da planta, (Figura 8) ilustra o acúmulo de fósforo com as respectivas equações ajustadas, com modelos lineares, quadrático e cúbicos. Observa-se que no ambiente 2 houve menor acúmulo total de P. No ambiente 1, a cultivar Jalo EEP 558 teve ponto de máximo acúmulo de P aos 64 DAE, com 9 kg.ha⁻¹, enquanto no ambiente 2, a

equação quadrática ascendente ajustada, sugere acúmulos ainda maiores que os $6 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ caso o ciclo se prolongasse além dos 73 DAE.

O acúmulo de P apresentou interação ambientes x população significativa para todas as partes da planta, nos dois ambientes. As equações ajustadas nos respectivos ambientes e parte da planta estão apresentadas na Figura 9.

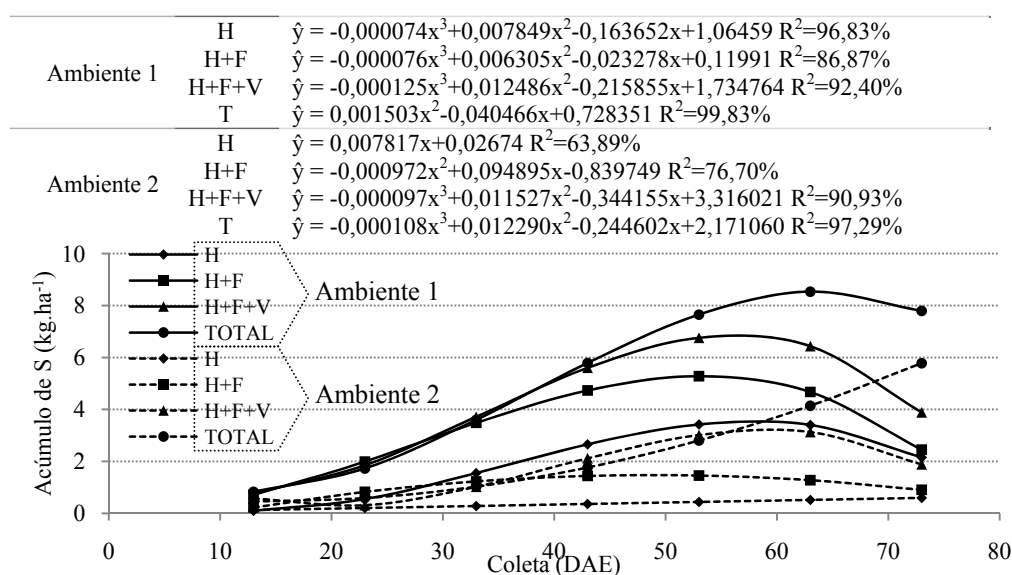


Figura 8 Marcha de acúmulo de Fósforo ($\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$) na parte aérea do feijoeiro cultivar Jalo EEP 558 nos ambientes 1 e 2 no decorrer do ciclo da cultura, safra primavera-verão 2006/2007. UFLA, 2010

Nota-se, portanto, que houve maior acúmulo de P no ambiente 1, ambientes que também acumulou P mais precocemente. Este fato certamente está relacionado ao maior teor de matéria orgânica e umidade no solo, o que facilita a nutrição fosfatada. O P chega até a rizosfera radicular basicamente por difusão, processo altamente dependente da umidade do solo, que é

significativamente superior no ambiente 1 (STONE; SILVEIRA, 1999; TORRES; PEREIRA; FABIAN, 2008).

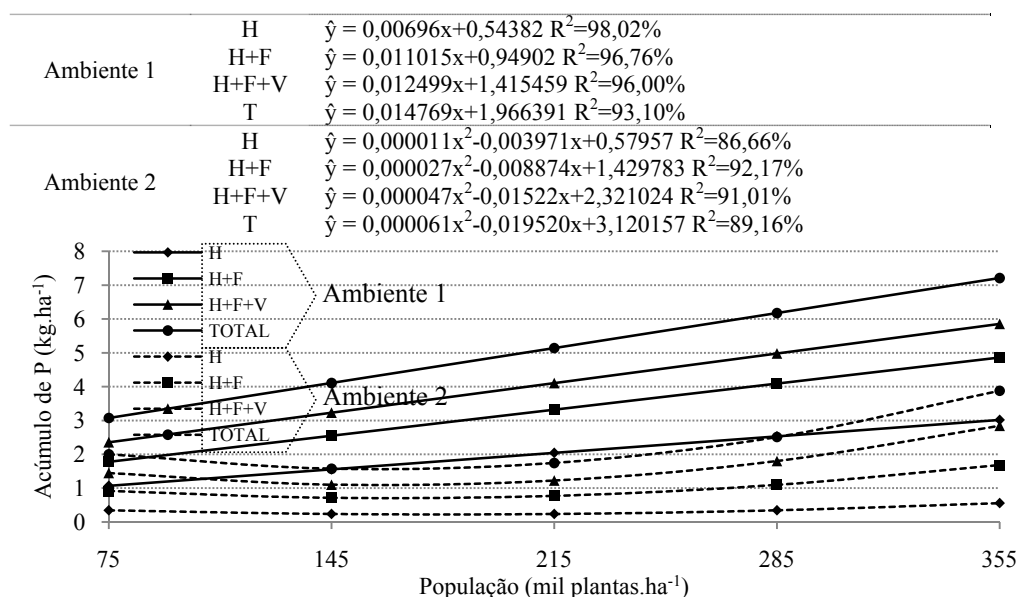


Figura 9 Equações das curvas ajustadas de acúmulo de Fósforo (kg.ha^{-1}) na parte aérea da cultivar Jalo EEP 558 em função de população de plantas dentro de cada ambientes de manejo, safra primavera-verão 2006/2007. UFLA, 2010

Ajustaram-se equações quadráticas no ambiente 2 e lineares no ambiente 1, com máximo acúmulo de P na população 355 mil plantas. ha^{-1} , com 4 kg.ha^{-1} e 7 kg.ha^{-1} nos ambiente 2 e ambiente 1, respectivamente (Figura 9).

Verificou-se, portanto, que o acúmulo de P aumentou com o incremento da população de plantas. O acúmulo foi crescente até às maiores populações (300 a 355 mil plantas. ha^{-1}), conforme descrito e obtido por Costa (1983), com as cultivares Canário 107 (tipo I), Michoacan 12A3 (II), Negro 150 (IV) e Flor de Mayo X16441 (IV).

O desdobramento da interação população x idade da planta mostrou que o efeito da idade não foi significativo. Os valores médios são apresentados na Tabela 6.

Tabela 6 Valores médios do acúmulo de Fósforo ($\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$) na parte aérea da cultivar Jalo EEP 558 em função de populações e idades da planta, safra primavera-verão 2006/2007. UFLA, 2010

| Parte da planta | 75 | 145 | 215 | 285 | 355 |
|-----------------|-----|-----|-----|-----|-----|
| H | 0,6 | 0,9 | 1,3 | 1,4 | 1,8 |
| H+F | 1,2 | 1,7 | 2,2 | 2,6 | 3,2 |
| H+F+V | 1,7 | 2,3 | 2,9 | 3,3 | 4,3 |
| T | 4,4 | 5,0 | 6,1 | 7,5 | 9,9 |

Na Figura 10 são apresentados os comportamentos do acúmulo final de P, verificado por ocasião da última coleta em função das populações, nos dois ambientes. O acúmulo de P foi sempre crescente com efeito quadrático (Figura 10), sendo que no ambiente 1, onde houve maior crescimento, populações maiores não se traduziram em maior acúmulo de P. Este resultado acompanhou o já descrito para os acúmulos de matéria seca e nitrogênio e é corroborado por Vieira (2006).

Na Tabela 7 observa-se que não houve diferença significativa entre os ambientes na população mais baixa ($75 \text{ mil plantas}\cdot\text{ha}^{-1}$). Entretanto, à medida que se aumentou a população, as diferenças entre os ambientes aumentaram, tornando-se significativas, o ambiente 1 apresentou maior acúmulo de P, também acompanhando, em linhas gerais os comportamentos dos acúmulos de matéria seca e de nitrogênio. Estes resultados são corroborados por outros, obtidos por Vieira (2006).

Tabela 7 Média de acúmulo final de P (kg.ha⁻¹) na cultivar Jalo EEP 558 em diferentes populações, sob ambiente 1 e ambiente 2, safra primavera-verão 2006/2007. UFLA, 2010

| Parte da planta | Ambientes | População de plantas (mil plantas.ha ⁻¹) | | | | |
|-----------------|------------|--|------|------|-------|------|
| | | 75 | 145 | 215 | 285 | 355 |
| H | Ambiente 2 | 0,4a | 0,3a | 0,3a | 0,3a | 0,6a |
| | Ambiente 1 | 1,1a | 2,5b | 2,9b | 2,9b | 3,1b |
| H+F | Ambiente 2 | 0,8a | 0,4a | 0,4a | 0,5a | 1,1a |
| | Ambiente 1 | 1,2a | 2,7b | 3,2b | 3,1b | 3,3b |
| H+F+V | Ambiente 2 | 1,7a | 1,0a | 1,1a | 1,2a | 2,5a |
| | Ambiente 1 | 1,7a | 4,2b | 4,9b | 4,6b | 4,8a |
| Total | Ambiente 2 | 5,5a | 3,4b | 5,8a | 5,0b | 9,3a |
| | Ambiente 1 | 3,9a | 8,6a | 8,1a | 11,2a | 8,1a |

*Pares de médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem significativamente pelo teste F a 5% de probabilidade.

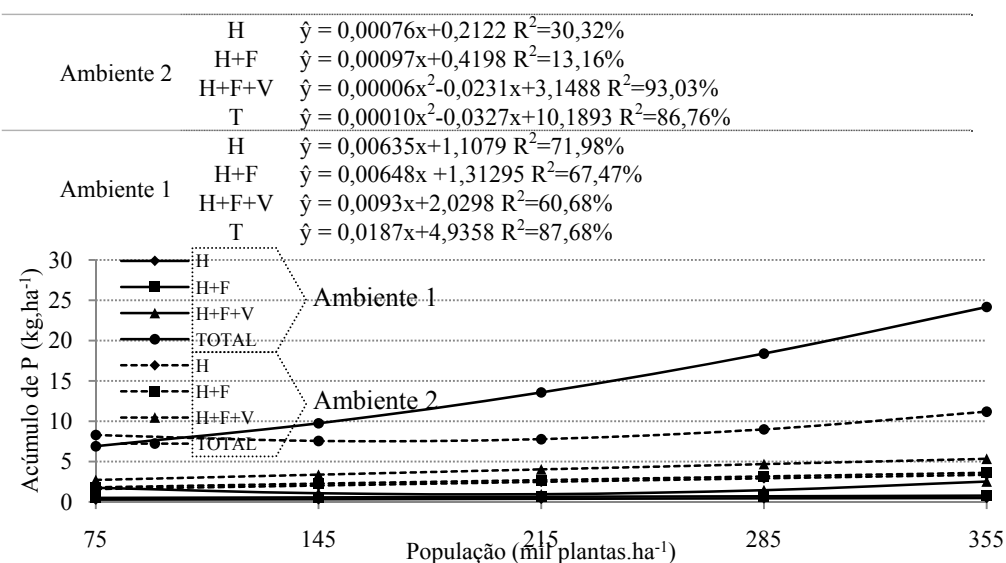


Figura 10 Acúmulo de P (kg.ha⁻¹) da cultivar Jalo EEP 558 em diferentes populações, sob ambiente 1 e ambiente 2, safra primavera-verão 2006/2007. UFLA, 2010

Os acúmulos finais de P apresentaram-se, com muita semelhança, mas superando, não raras ocasiões, aos resultados obtidos por Bulisani (1994) e El-Husny (1992).

3.4 Acúmulo Potássio

As análises de variância relativas ao acúmulo de K na haste, haste+folha, haste+folha+vagem e total estão resumidas na Tabela 4 ANEXO A. Em nenhuma situação houve significância da interação tripla e as interações duplas foram significativas, exceto população x idade da planta.

O desdobramento da interação ambientes x idade da planta da marcha de acúmulo de K pode ser visualizado na Figura 11. O máximo acúmulo de K no ambiente 2, foi de 73 DAE, com 28 kg.ha⁻¹. O ambiente 1 apresentou máximo acúmulo aos 55 DAE, com 36 kg.ha⁻¹ (Figura 11).

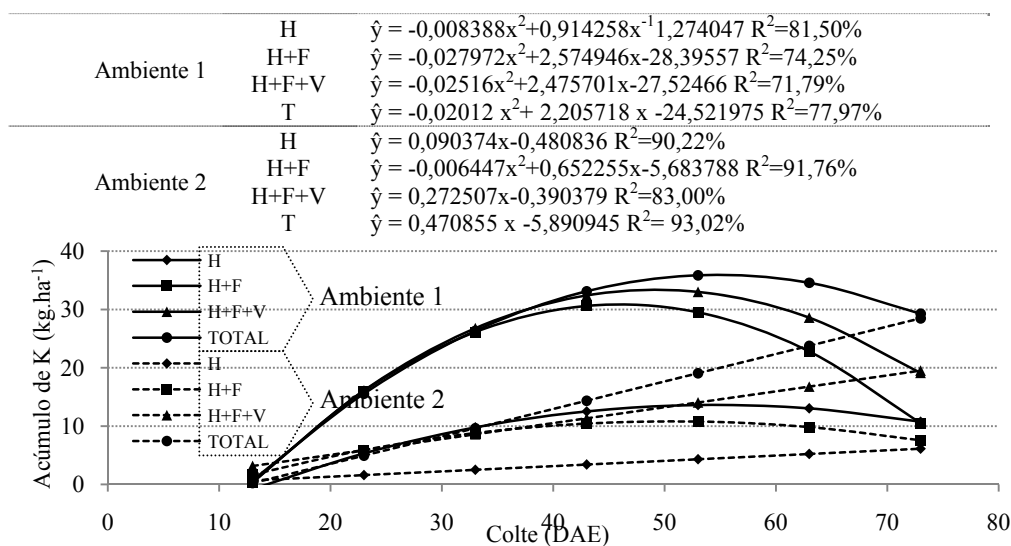


Figura 11 Marcha de acúmulo de Potássio (kg.ha⁻¹) na parte aérea do feijoeiro cultivar Jalo EEP 558 nos ambientes 1 e 2 no decorrer do ciclo da cultura, safra primavera-verão 2006/2007. UFLA, 2010

Verifica-se, portanto, que assim como aconteceu para N e P, ocorreu maior acúmulo total de K no ambiente 1, em comparação ao ambiente 2. Este resultado está associado ao elevado teor de K na palhada do ambiente 1 e à maior CTC do solo, decorrente do maior teor de matéria orgânica.

O acúmulo de K apresentou interação ambientes x população significativa, (Tabelas 4 ANEXO A). As equações ajustadas nos respectivos ambientes e parte da planta estão apresentadas na Figura 11.

A Figura 12, apresenta equações quadráticas no ambiente 2 e lineares no ambiente 1, com máximo acúmulo de K na população de 355 mil plantas.ha⁻¹, com 23 kg.ha⁻¹ e 36 kg.ha⁻¹, respectivamente, nos ambiente 2 e ambiente 1. Ambos os ambientes tiveram curvas ascendentes, sugerindo acréscimo no acúmulo de K em populações maiores.

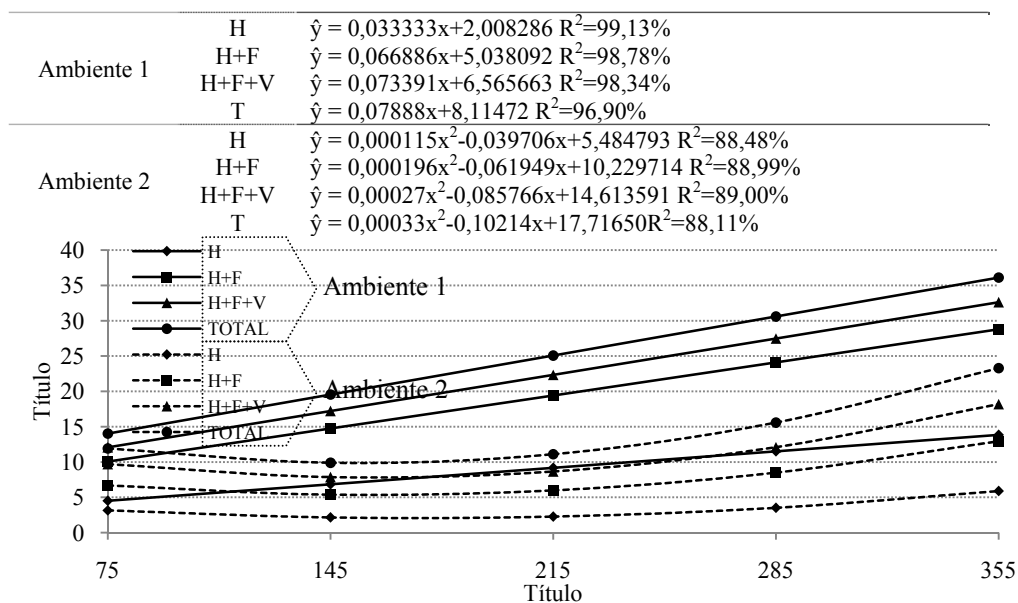


Figura 12 Acúmulo de Potássio (kg.ha⁻¹) na parte aérea da cultivar Jalo EEP 558 em função de população de plantas dentro de cada ambientes de manejo, safra primavera-verão 2006/2007. UFLA, 2010

Tabela 8 Valores médios de acúmulo de Potássio ($\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$) na parte aérea da cultivar Jalo EEP 558 em função de população e partes da planta, safra primavera-verão 2006/2007. UFLA, 2010

| Parte | 75 | 145 | 215 | 285 | 355 |
|-------|------|------|------|------|------|
| H | 3,7 | 4,4 | 6,2 | 7,3 | 9,8 |
| H+F | * | * | * | * | * |
| H+F+V | 10,2 | 12,9 | 16,5 | 19,3 | 25,2 |
| T | 17,7 | 21,9 | 25,7 | 28,9 | 35,7 |

*As equações ajustadas das curvas de acúmulo de K na haste+folha estão apresentadas na Tabela 21.

O desdobramento da interação população x idade da planta foi não significativo, com exceção da porção haste+folha. Os valores médios podem ser observados na Tabela 8. As equações ajustadas e os respectivos pontos de máximo acúmulo de K na haste+folha estão apresentados na Tabela 9.

Tabela 9 Equações ajustadas das curvas para o máximo acúmulo de K ($\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$) na haste+folha da cultivar Jalo EEP 558 em função da população, safra primavera-verão 2006/2007. UFLA, 2010

| POP ($\text{plantas}\cdot\text{ha}^{-1}$) | Equação | R ² (%) | DAE* | Max. |
|---|--|--------------------|------|------|
| 75,000 | $\hat{y} = -0,008959x^2 + 0,914187x - 11,209549$ | 87,79 | 51,0 | 12,1 |
| 145,000 | $\hat{y} = -0,011856x^2 + 1,137387x - 12,104033$ | 87,42 | 48,0 | 15,2 |
| 215,000 | $\hat{y} = -0,017886x^2 + 1,64391x - 16,900999$ | 87,87 | 46,0 | 20,9 |
| 285,000 | $\hat{y} = -0,021144x^2 + 1,904756x - 18,4423$ | 69,78 | 45,0 | 24,5 |
| 355,000 | $\hat{y} = -0,026202x^2 + 2,467762x - 26,541512$ | 77,57 | 47,1 | 31,6 |

*DAE referente ao momento em que a equação atingiu máximo acúmulo de K.

Na Figura 10 é apresentado o acúmulo final de K verificado por ocasião da última coleta, em função das populações, nos dois ambientes. Pode-se observar que o acúmulo de K foi crescente com ajuste quadrático nos dois ambientes.

O máximo acúmulo final de K ocorreu em populações de 250 a 285 mil plantas. ha^{-1} . Esse comportamento mostrou-se compatível com o já apresentado para matéria seca, N e P.

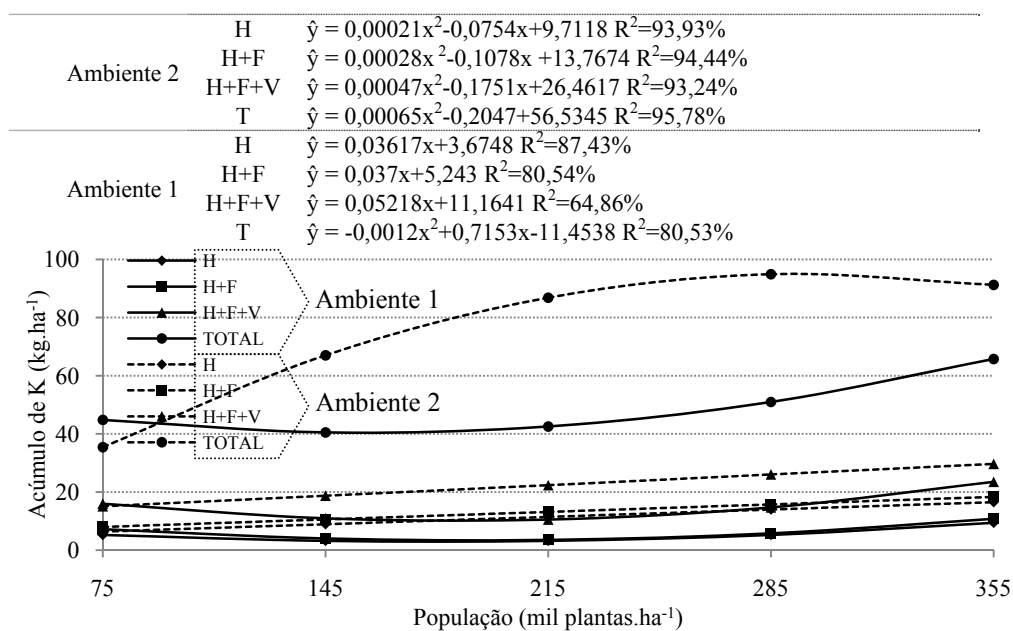


Figura 10 Acúmulo de K (kg.ha^{-1}) da cultivar Jalo EEP 558 em diferentes populações, sob ambiente 1 e ambiente 2, safra primavera-verão 2006/2007. UFLA, 2010

Na Tabela 10 observa-se que não houve diferença significativa entre os ambientes na população menor ($75 \text{ mil plantas.ha}^{-1}$). Entretanto, à medida que se incrementou a população, as diferenças passaram a ser significativas. Na maioria dos casos de significância os maiores acúmulos de K apresentados ocorreram no ambiente 1, e sempre acompanhando o comportamento do acúmulo de matéria seca, nitrogênio e fósforo. Resultados que concordam com Vieira (2009).

Tabela 10 Média de acúmulo de K ($\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$) da cultivar Jalo EEP 558, em diferentes populações, nos ambientes 1 e 2, safra primavera-verão 2006/2007. UFLA, 2010

| Parte da planta | Ambientes | População de plantas ($\text{mil plantas}\cdot\text{ha}^{-1}$) | | | | |
|-----------------|------------|--|-------|-------|-------|-------|
| | | 75 | 145 | 215 | 285 | 355 |
| Haste | Ambiente 2 | 5,2a | 3,0a | 3,7a | 4,0a | 9,1a |
| | Ambiente 1 | 4,5a | 10,8b | 12,3b | 14,3b | 15,4b |
| Haste+folha | Ambiente 2 | 7,1a | 4,1a | 4,5a | 4,9a | 11,6a |
| | Ambiente 1 | 5,5a | 13,2a | 13,7a | 16,2a | 16,9a |
| H+F+V | Ambiente 2 | 15,8a | 10,6a | 12,2a | 12,5a | 23,9a |
| | Ambiente 1 | 10,1a | 23,7a | 23,4a | 28,7b | 25,9a |
| Total | Ambiente 2 | 27,3a | 18,6b | 26,5a | 24,3b | 44,0a |
| | Ambiente 1 | 15,5a | 34,8a | 32,1a | 45,1a | 33,5a |

Médias seguidas de mesma letra são semelhantes sob o teste F a 5% de variância entre os ambientes, em cada parte da planta.

Os acúmulos finais de K apresentou-se, em todas partes da planta, com inferioridade aos resultados obtidos por Bulisani (1994) e El-Husny (1992).

3.5 Acúmulo Cálcio

As análises de variância relativas ao acúmulo de Ca na haste, haste+folha, haste+folha+vagem e total, podem ser visualizadas nos resumos apresentados na Tabela 5 ANEXO A. Verifica-se que não houve significância da interação tripla, e que as interações ambientes x população e ambientes x idade da planta foram significativas.

A Figura 14 demonstra o desdobramento da interação ambientes x idade da planta para marcha de acúmulo de Ca. Essa interação apresentou-se significativa para todas as partes da planta. No ambiente 2, o máximo acúmulo total de Ca deu-se aos 70 DAE, com $95 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$, no ambiente 1 aos 73 DAE, com $90 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$.

Deve ser observado que houve maior acúmulo de Ca no ambiente 1. Este resultado já havia sido constatado não só para o acúmulo de matéria seca da parte aérea, mas também para os acúmulos de N, P e K.

A interação ambientes x população apenas não foi significativa na haste (Tabela 5 ANEXO A).

A interação ambientes x população foi significativa para haste+folha e haste+folha+vagem e total nos dois ambientes, o máximo acúmulo total de Ca foi da ordem de 47 kg.ha⁻¹ no ambiente 1 e 45 kg.ha⁻¹ no ambiente 2 (Figura 15).

Depreende-se, portanto, que, de maneira geral, quanto maior a população de plantas, maior o acúmulo de Ca na parte aérea do feijoeiro.

Os valores médios de acúmulo de Ca, em função das populações de planta podem ser observados na Tabela 11.

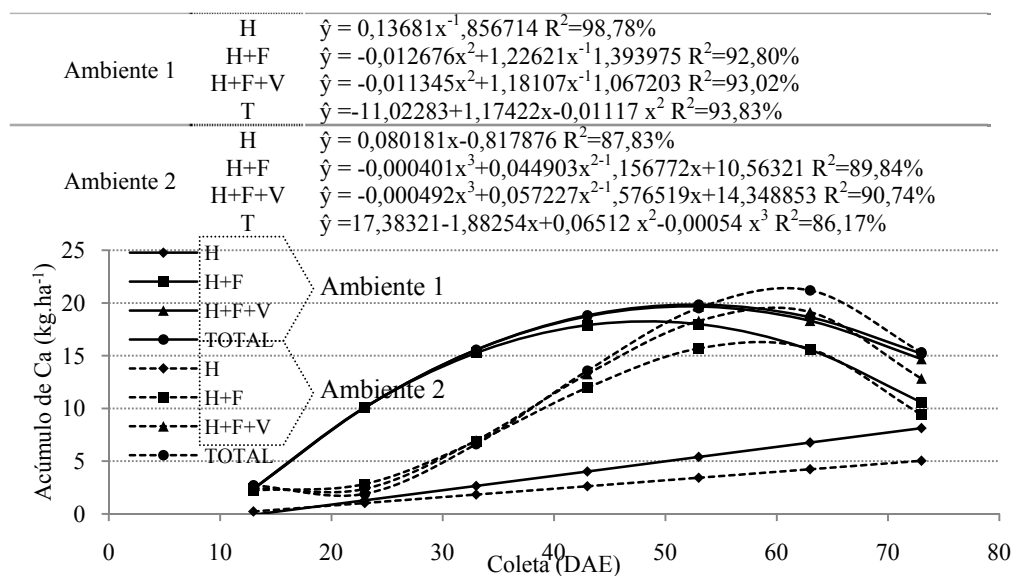


Figura 14 Marcha de acúmulo de Cálcio (kg.ha⁻¹) na parte aérea do feijoeiro cultivar Jalo EEP 558 nos ambientes 1 e 2 no decorrer do ciclo da cultura, safra primavera-verão 2006/2007. UFLA, 2010

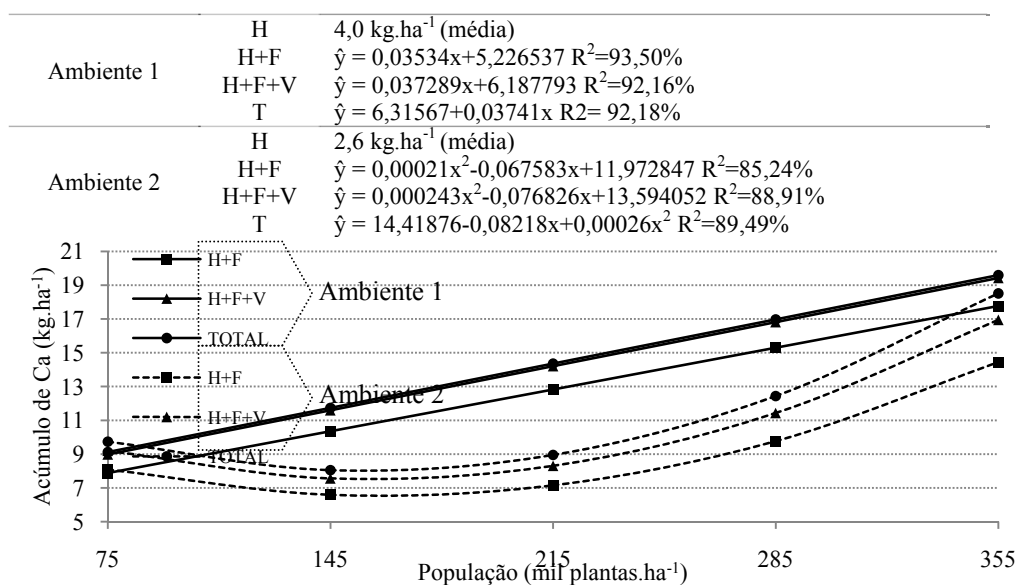


Figura 15 Acúmulo de Cálcio (kg.ha⁻¹) na parte aérea da cultivar Jalo EEP 558 em função de população de plantas dentro de cada ambientes de manejo, safra primavera-verão 2006/2007. UFLA, 2010

Tabela 11 Valores médios de acúmulo de Cálcio (kg.ha⁻¹) na parte aérea da cultivar Jalo EEP 558 em função da população e partes da planta, safra primavera-verão 2006/2007. UFLA, 2010

| Parte | 75 | 145 | 215 | 285 | 355 |
|-------|----|-----|-----|-----|-----|
| H | 2 | 3 | 3 | 3 | 5 |
| H+F | 7 | 10 | 10 | 12 | 16 |
| H+F+V | 8 | 11 | 11 | 14 | 18 |
| T | 31 | 40 | 42 | 50 | 68 |

Na Figura 16 é apresentado o comportamento do acúmulo final de Ca, verificado por ocasião da última coleta, em função das populações, nos dois ambientes. O acúmulo da Ca foi sempre crescente.

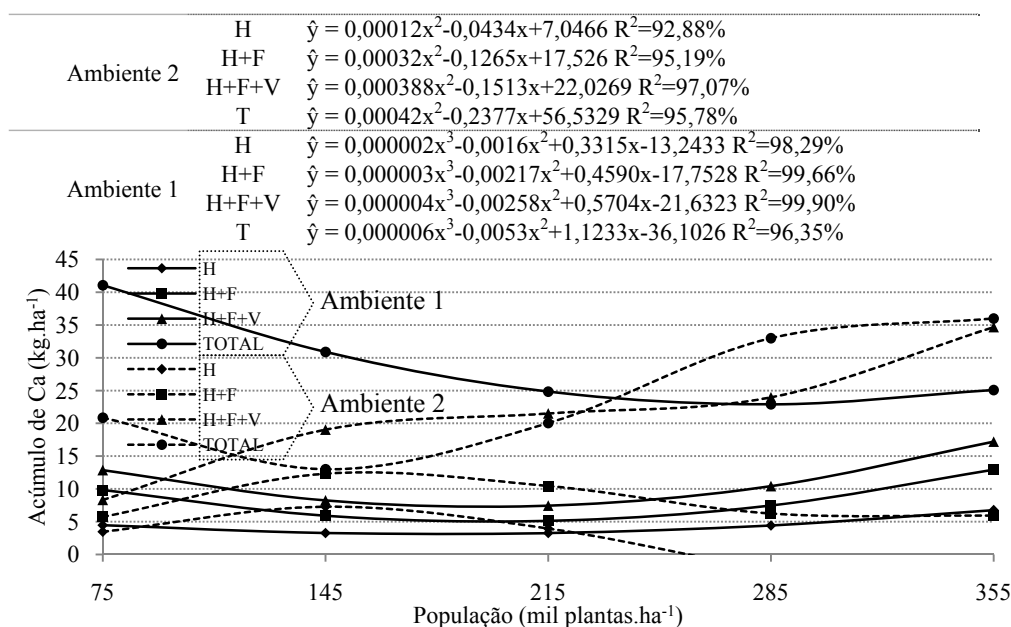


Figura 16 Acúmulo final de Ca ($\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$) da cultivar Jalo EEP 558 em diferentes populações, sob ambiente 1 e ambiente 2, safra primavera-verão 2006/2007. UFLA, 2010

Na Tabela 12 são apresentados os valores médios do acúmulo final de Ca em função de população, partes da planta e ambientes de plantio.

Tabela 12 Valores médios de acúmulo final de Ca ($\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$) na cultivar Jalo EEP 558 em função de população e ambientes, safra primavera-verão 2006/2007. UFLA, 2010

| Parte da planta | Ambientes | População de plantas ($\text{mil plantas}\cdot\text{ha}^{-1}$) | | | | |
|-----------------|------------|--|-------|-------|-------|-------|
| | | 75 | 145 | 215 | 285 | 355 |
| Haste | Ambiente 2 | 4,5a | 3,1a | 4,0a | 4,1a | 7,2a |
| | Ambiente 1 | 3,9a | 8,6b | 9,2b | 7,5a | 11,4a |
| Haste+folha | Ambiente 2 | 9,5a | 6,5a | 5,4a | 6,3a | 13,3a |
| | Ambiente 1 | 5,9a | 12,7a | 12,5a | 10,2a | 13,8a |
| H+F+V | Ambiente 2 | 12,6a | 8,6a | 8,0a | 9,3a | 17,7a |
| | Ambiente 1 | 8,1a | 17,9a | 17,4a | 15,2a | 17,5a |
| Total | Ambiente 2 | 14,3a | 9,7a | 10,0a | 11,3a | 21,2a |
| | Ambiente 1 | 8,5a | 18,5a | 17,8a | 15,3a | 17,9a |

Médias seguidas de mesma letra são semelhantes sob o teste F a 5% de variância entre os ambientes, em cada parte da planta.

A cultivar Jalo EEP 558 apresentou acúmulos finais de Ca semelhantes nos dois ambientes e em todas as populações (Tabela 12).

Em comparação aos resultados obtidos por Bulisani (1994) e El-Husny (1992), o presente trabalho, apresentou acúmulos finais de Ca superiores aos das cultivares Carioca, Bico de Ouro, Goiano Precoce, Rico 23 e Rosinha G2 (Bulisani, 1994) e Carioca (El-Husny, 1992), principalmente nos grãos e na parte aérea total

3.6 Acúmulo Magnésio

As análises de variância relativas ao acúmulo de Mg na haste, haste+folha, haste+folha+vagem e total estão resumidas na Tabela 6 ANEXO A. Em nenhuma situação houve significância da interação tripla e as interações duplas foram significativas, exceto a interação população x idade da planta.

Conforme Figura 17, houve efeito significativo da idade da planta para todas partes da planta, com ajuste de equações cúbicas, quadrática e linear no ambiente 2, o ponto de máximo acúmulo total de Mg ocorreu aos 73 DAE, com 5 kg.ha^{-1} . Já no ambiente 1, haste e total apresentaram ajustes de equação linear e quadrática, respectivamente, e haste+folha e haste+folha+vagem, equações quadráticas. O acúmulo máximo ocorreu aos 66 DAE, com 7 kg.ha^{-1} .

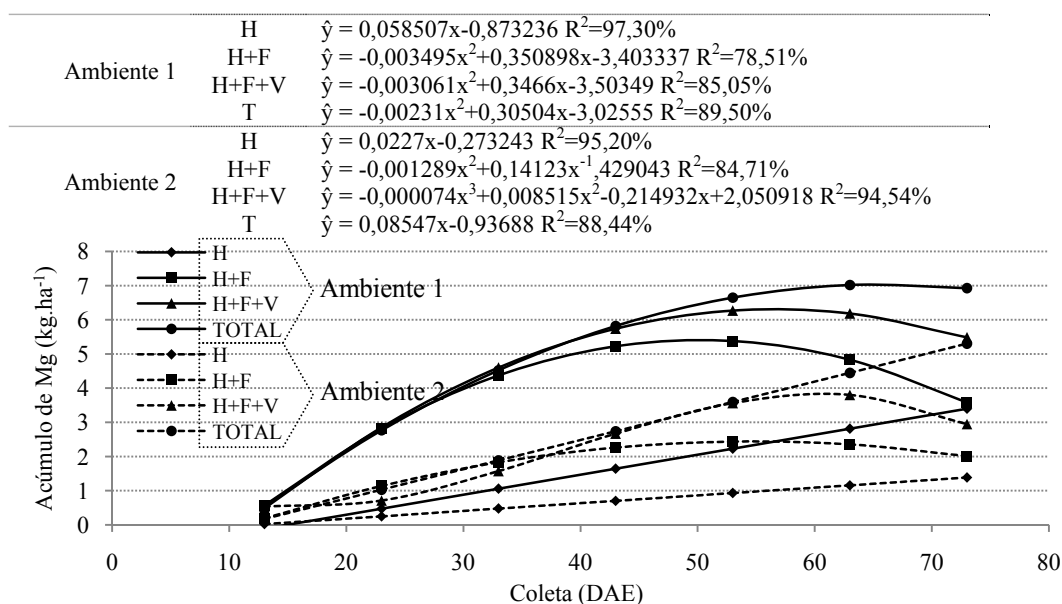


Figura 17 Marcha de acúmulo de Magnésio (kg.ha^{-1}) na parte aérea do feijoeiro cultivar Jalo EEP 558 nos ambientes 1 e 2 no decorrer do ciclo da cultura, safra primavera-verão 2006/2007. UFLA, 2010

Observa-se que, houve maior acúmulo de Mg no ambiente 1, resultado que já foi constatado para acúmulo de MS, N, P, K e Ca.

O acúmulo de Mg apresentou efeito significativo da população para todas as partes da planta, nos dois ambientes.

O desdobramento da interação entre ambiente e população de plantas está apresentado na Figura 18.

Para a cv. Jalo EEP 558, a Figura 18 apresenta equações quadráticas, exceto haste, no ambiente 2. No ambiente 1, o máximo acúmulo total de Mg se deu na população 331 mil plantas. ha^{-1} , com 6 kg.ha^{-1} , enquanto no ambiente 2 este máximo ocorreu na população 355 mil plantas. ha^{-1} , com 5 kg.ha^{-1} , ascendente (Figura 18).

Observa-se que houve maior acúmulo total de Mg no ambiente 1, comparando ao ambiente 2. Este comportamento é o mesmo verificado para o acúmulo de matéria seca, N, P, K e Ca.

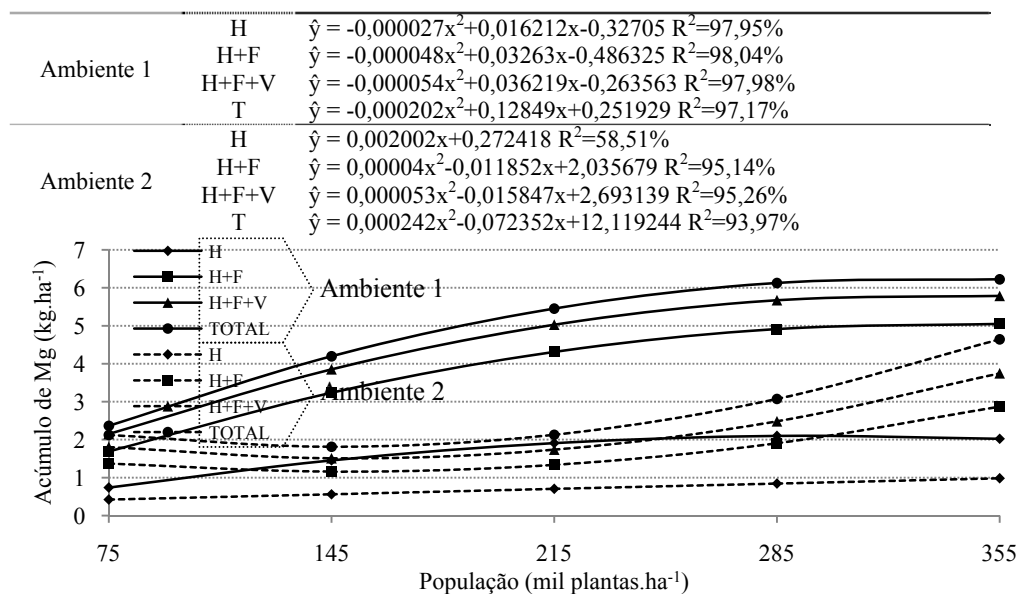


Figura 18 Acúmulo de Magnésio (kg.ha^{-1}) na parte aérea da cultivar Bolinha em função de população de plantas dentro de cada ambientes de manejo, safra primavera-verão 2006/2007. UFLA, 2010

De maneira geral, portanto, à medida que se aumenta a população, aumenta o acúmulo de magnésio.

Os resultados apresentaram interação população x idade da planta não significativa, e os valores médios podem ser observados na Tabela 13

Na Tabela 13 verifica-se que o acúmulo e Mg em função das populações (Tabela 31), apresentou acréscimos que acompanharam o aumento da população.

A Figura 19 é apresentado o comportamento do acúmulo final de Mg em função das populações, nos dois ambientes. O máximo acúmulo apresentou-se

na população de 331 mil plantas. ha^{-1} (6 $\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$) decrescendo nas populações maiores.

Na Tabela 14 são apresentados os valores médios do acúmulo final de Mg em função população, partes da planta e ambientes.

Tabela 13 Média de acúmulo de Magnésio ($\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$) na parte aérea da cultivar Jalo EEP 558 referente às regressões do desdobramento da interação de idade da planta dentro de cada população de plantas, safra primavera-verão 2006/2007. UFLA, 2010

| Parte | 75 | 145 | 215 | 285 | 355 |
|-------|-----|------|------|------|------|
| H | 0,7 | 0,9 | 1,2 | 1,4 | 1,6 |
| H+F | 1,5 | 2,2 | 2,8 | 3,4 | 4,0 |
| H+F+V | 2,0 | 2,7 | 3,4 | 4,1 | 4,8 |
| T | 8,3 | 10,9 | 13,2 | 15,5 | 18,8 |

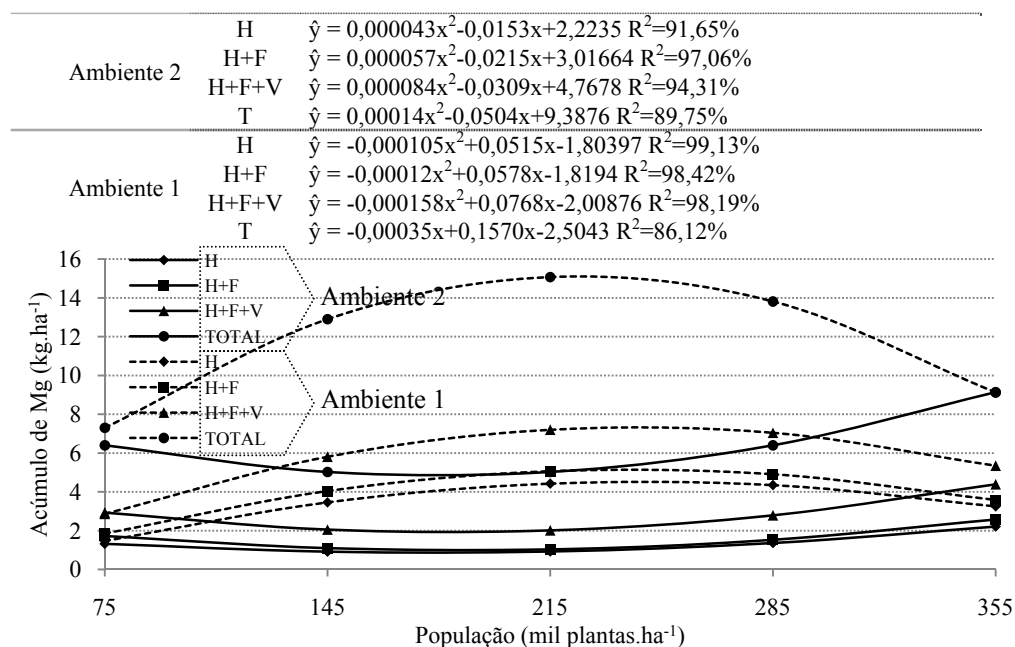


Figura 19 Acúmulo de Mg ($\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$) da cultivar Jalo EEP 558 em diferentes populações, sob ambiente 1 e ambiente 2, safra primavera-verão 2006/2007. UFLA, 2010

Tabela 14 Valores médios do acúmulo final de Mg ($\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$) da cultivar Jalo EEP 558 em função de populações, sob ambiente 1 e ambiente 2, safra primavera-verão 2006/2007. UFLA, 2010

| Parte da planta | Ambientes | População de plantas ($\text{mil plantas}\cdot\text{ha}^{-1}$) | | | | |
|-----------------|------------|--|------|------|------|------|
| | | 75 | 145 | 215 | 285 | 355 |
| H | Ambiente 2 | 1,4a | 0,7b | 1,1b | 1,3b | 2,1a |
| | Ambiente 1 | 1,4a | 3,6a | 4,5a | 4,2a | 3,3a |
| H+F | Ambiente 2 | 1,8a | 1,0b | 1,2b | 1,5b | 2,6a |
| | Ambiente 1 | 1,7a | 4,2a | 5,1a | 4,6a | 3,6a |
| H+F+V | Ambiente 2 | 3,0a | 1,7b | 2,3b | 2,7b | 4,3a |
| | Ambiente 1 | 2,7a | 6,2a | 6,9a | 7,0a | 5,4a |
| Total | Ambiente 2 | 4,6a | 2,8b | 4,1b | 4,3b | 7,1a |
| | Ambiente 1 | 3,5a | 7,8a | 8,2a | 9,3a | 6,6a |

Médias seguidas de mesma letra são semelhantes sob o teste F a 5% de variância entre os ambientes, em cada parte da planta.

Observa-se que praticamente não houve diferenças entre os ambientes, maiores diferenças, a favor do ambiente 1, foram observados nas populações de 145 e 215 $\text{mil plantas}\cdot\text{ha}^{-1}$.

O acúmulo final de Mg apresentou-se com tendência de superioridade em quase todas as partes das plantas, em se comparando com as cultivares Carioca, Bico de Ouro, Goiano Precoce, Rico 23 e Rosinha G2 (BULISANI, 1994) e Carioca (EL-HUSNY 1992), as quais apresentaram maiores valores no acúmulo de Mg final superiores apenas nas vagens.

3.7 Acúmulo Enxofre

As análises de variância relativas ao acúmulo de S na haste, haste+folha, haste+folha+vagem e total estão resumidas na Tabela 7 ANEXO A. Em nenhuma situação houve significância da interação tripla e da interação população x idade da planta. As demais interações duplas foram significativas.

Na cv. Jalo EEP 558 o efeito da idade da planta apenas não foi significativo para folha (Figura 20). O total de acúmulo se deu aos 73 DAE, e 13

kg.ha⁻¹ no ambiente 2 No ambiente 1, o máximo ocorreu aos 69 DAE, com 11 kg.ha⁻¹ (Figura 20).

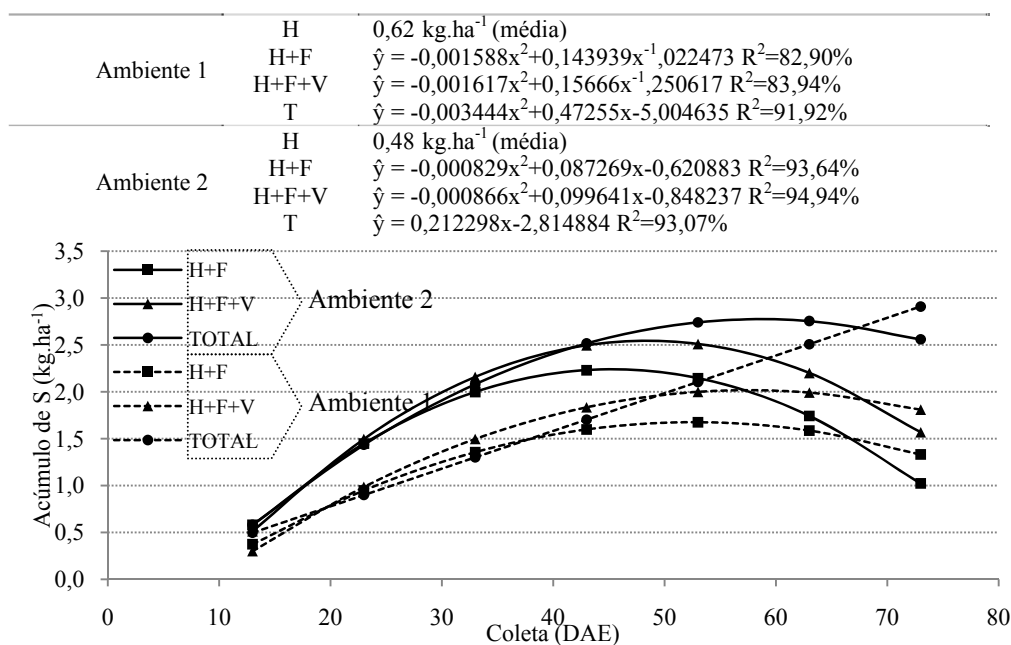


Figura 20 Marcha de acúmulo de Enxofre (kg.ha⁻¹) na parte aérea do feijoeiro cultivar Jalo EEP 558 nos ambientes 1 e 2 no decorrer do ciclo da cultura, safra primavera-verão 2006/2007. UFLA, 2010

Da mesma forma já observada para os demais macronutrientes, verifica-se, pois, que o acúmulo total de S foi superior no ambiente 1, quando comparado ao acúmulo no ambiente 2

O desdobramento da interação ambientes x população mostrou efeito significativo das populações em todas as partes da planta, nos dois ambientes (Figura 21).

No ambiente 2, o acúmulo máximo de S na população de 355 mil plantas.ha⁻¹, com 5,2 kg.ha⁻¹, sugerindo acréscimo no acúmulo em populações

maiores. No ambiente 1, o máximo ocorreu na população de 355 mil plantas.ha⁻¹, com 5,8 kg.ha⁻¹ também em curva ascendente (Figura 21).

Verifica-se portanto que, de maneira geral, quanto maior a população, maior o acúmulo de S na parte aérea do feijoeiro.

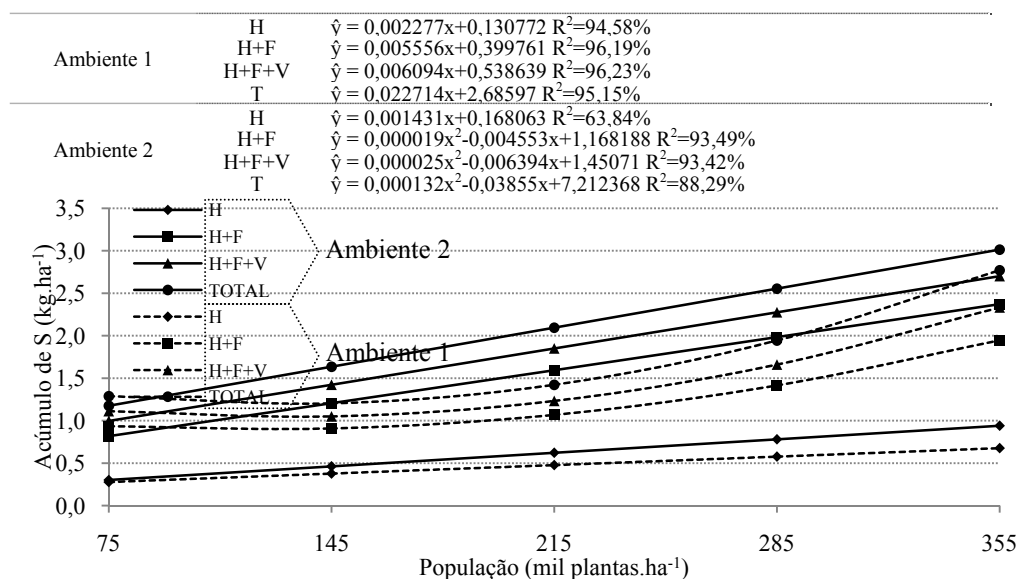


Figura 21 Acúmulo de Enxofre (kg.ha⁻¹) na parte aérea da cultivar Jalo EEP 558 em função de população e partes da planta dentro de cada ambientes de manejo, safra primavera-verão 2006/2007. UFLA, 2010

O comportamento do acúmulo total de S apresentou-se de forma diferenciada em relação ao acúmulo de MS, N, P, K, Ca e Mg, uma vez que apresentou o ambiente 2 sobressaindo-se ao ambiente 1 no final do ciclo.

Os valores médios de acúmulo de S da cultivar Jalo EEP 558, em função das populações podem ser observados na Tabela 15 O comportamento quanto ao acúmulo de S não foi diferenciado em cada população, mas houve acréscimo no acúmulo com incremento da população.

Tabela 15 Valores médios de acúmulo de Enxofre ($\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$) na parte aérea da cultivar Jalo EEP 558 em função de idade da planta dentro de cada população de plantas, safra primavera-verão 2006/2007. UFLA, 2010

| Parte | 75 | 145 | 215 | 285 | 355 |
|-------|-----|-----|-----|-----|------|
| H | 0,3 | 0,4 | 0,6 | 0,6 | 0,8 |
| H+F | 0,8 | 1,1 | 1,5 | 1,7 | 2,1 |
| H+F+V | 1,0 | 1,3 | 1,7 | 1,9 | 2,5 |
| T | 4,3 | 5,4 | 7,0 | 7,6 | 10,4 |

Na Figura 22 é apontado o comportamento do acúmulo final de S, verificado por ocasião da última coleta, em função das populações, nos dois ambientes, sendo que, no ambiente 1, o acúmulo total de S apresentou pontos de máximo próximos a 285 mil plantas. ha^{-1} .

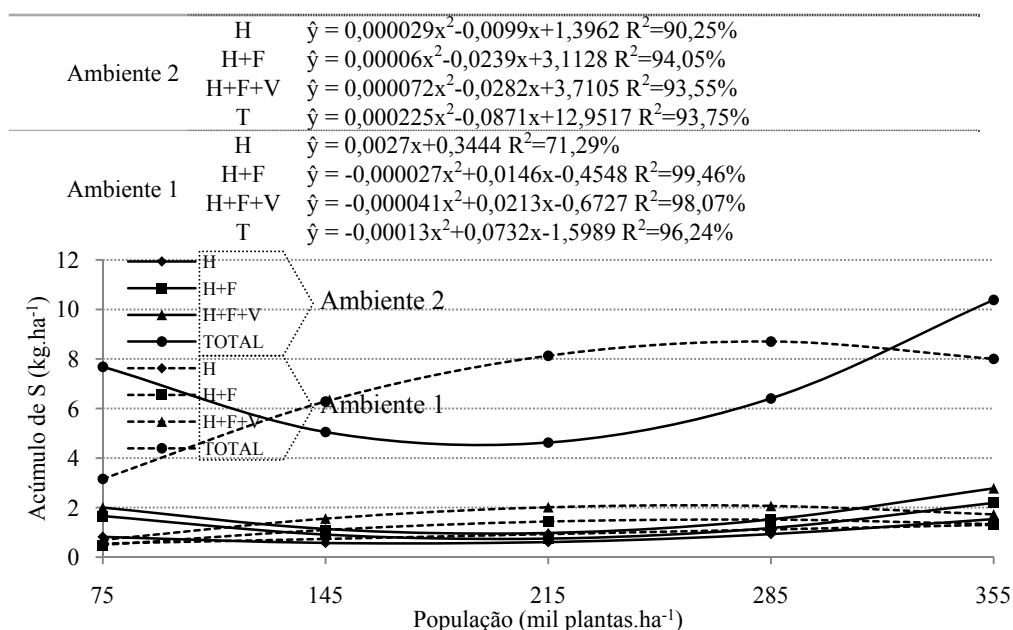


Figura 22 Acúmulo de S ($\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$) da cultivar Jalo EEP 558 em diferentes populações, sob ambiente 1 e ambiente 2, safra primavera-verão 2006/2007. UFLA, 2010

Na Tabela 16 são apresentados os valores médios do acúmulo final de S em função de parte da planta e ambientes de manejo.

Tabela 16 Valores médios de acúmulo final de S ($\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$) da cultivar, Jalo EEP 558 em diferentes populações, sob ambiente 1 e ambiente 2, safra primavera-verão 2006/2007. UFPA, 2010

| Parte da planta | Ambientes | População de plantas ($\text{mil plantas}\cdot\text{ha}^{-1}$) | | | | |
|-----------------|------------|--|------|------|------|------|
| | | 75 | 145 | 215 | 285 | 355 |
| H | Ambiente 2 | 0,8a | 0,5a | 0,7a | 0,7a | 1,5a |
| | Ambiente 1 | 0,4a | 0,8a | 1,2a | 1,3a | 1,1a |
| H+F | Ambiente 2 | 1,6a | 0,9a | 0,9a | 0,9a | 2,3a |
| | Ambiente 1 | 0,5a | 1,0a | 1,4a | 1,5a | 1,3a |
| H+F+V | Ambiente 2 | 2,0a | 1,1a | 1,2a | 1,2a | 2,9a |
| | Ambiente 1 | 0,7a | 1,6a | 2,1a | 2,0a | 1,8a |
| Total | Ambiente 2 | 3,1a | 1,8a | 2,6a | 2,2a | 4,8a |
| | Ambiente 1 | 1,3a | 2,9a | 3,0a | 3,7a | 2,7a |

Médias seguidas de mesma letra são semelhantes sob o teste F a 5% de variância entre os ambientes, em cada parte da planta.

Observando, conforme a Tabela 16, os acúmulos finais de S em função do ambientes de manejo na haste, haste+folha, haste+folha+vagem e total, as populações não apresentaram diferenças entre os ambientes. Este comportamento apresentou-se avesso aos acúmulos de matéria seca, N, P, K, Ca e Mg finais.

O acúmulo final de S apresentou-se com valores, quando não semelhantes, inferiores aos resultados obtidos por El-Husny (1992).

4 CONCLUSÕES

O acúmulo total de matéria seca apresenta-se de maneira ascendente no decorrer do ciclo da cultura.

Os acúmulos de nitrogênio, fósforo, potássio, cálcio, magnésio e enxofre apresentam-se em ascensão conforme aumenta a idade da planta.

O aumento da densidade populacional acima dos 285 mil plantas.ha⁻¹ incrementa o acúmulo de macronutrientes.

De maneira geral, os acúmulos de nitrogênio, fósforo, potássio, cálcio, magnésio e enxofre apresentaram-se com superioridade do ambiente 1, em relação ao ambiente 2.

REFERÊNCIAS

ALVAREZ V., V.H.; NOVAIS, R.F.; BARROS, N.F.; CANTARUTTI, R.B.; LOPES, A.S. Interpretação dos resultados das análises de solos. In: RIBEIRO, A.C.; GUIMARÃES, P.T.G.; ALVAREZ V., V.H. (Ed.). **Recomendações para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais: 5ª Aproximação**. Viçosa, MG: Comissão de Fertilidade do Solo do Estado de Minas Gerais, p. 25-32. 1999.

ALVAREZ V., V.H.; RIBEIRO, A.C. Calagem. In: RIBEIRO, A.C.; GUIMARÃES, P.T.G.; ALVAREZ V.H. (ed.). **Recomendações para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais - 5ª Aproximação**. CFSEMG, Viçosa, MG. p. 43-60. 1999.

ALVES JÚNIOR J. **Adubação nitrogenada na cultura do feijoeiro cv. BRS-MG Talismã no ambiente 1 e ambiente 2**. Lavras: UFLA, 2007. 61p. Dissertação (Mestrado).

ANDRADE, C. A. B. de; FAQUIN, V.; FURTINI NETO, A. E.; ANDRADE, A. T.; ARNEIRO, R. F. V. Nutrição mineral do feijoeiro cultivado em solos de várzea do Sul de Minas Gerais. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 24, n. 4, p. 947-956. 2000.

ANDRADE, M.J.B.; CARVALHO, A.J.; VIEIRA, N.M.B. Condições edafoclimáticas. In: VIEIRA, C.; PAULA JÚNIOR, T.J.; BORÉM, A. **Feijão**. 2.ed. Viçosa, MG: UFV, 2006. p. 67-86.

ARAÚJO, G.A.A.; VIEIRA, C.; MIRANDA, G.V. Efeito da época de aplicação do adubo nitrogenado em cobertura sobre o rendimento do feijão no período de outono-inverno. **Revista Ceres**. Viçosa, v,41, n,236, p,442-450, jul./ago. 1994.

ARF, O.; TOLEDO, A.R.M.; BUZETTI, S.; SÁ, M.E.; FUJIWARA, R.H. Estudo de espaçamentos e densidades na cultura do feijoeiro (*Phaseolus vulgaris* L.) II: Adubação em função da população de plantas. In: REUNIÃO NACIONAL DE PESQUISA DE FEIJÃO, 3, Vitória. **Anais...** Vitória: EMCAPA, 1990. p. 189. (EMCAPA. Documentos, 62).

BANZATTO, D.A. & KRONKA, S.N. **Experimentação Agrícola**. 3.ed. FUNEP, Jaboticabal, SP. 1995. 247p.

BENNETT, J.P.; ADAMS, M.W.; BURGA, C. Pod yield component variation and intercorrelation in *Phaseolus vulgaris* L. as affected by planting density. **Crop Science**, Madison, v. 17, p. 73-5, 1977.

BRANDES, D. **Análise de crescimento do feijoeiro (*Phaseolus vulgaris* L.), efeito da densidade e da época de plantio**. 1971. 109 p. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia)-Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG.

BULISANI, E.A. **Crescimento e absorção de nutrientes em cinco cultivares de feijoeiro (*Phaseolus vulgaris* L.)**. 150 p. 1994. Tese (Doutorado em Fitotecnia)-Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba, SP.

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. Feijão. In: RIBEIRO, A.C.; GUIMARÃES, P.T.G.; ALVAREZ V.; V.H. (Ed.). **Recomendações para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais: 5ª aproximação**. Viçosa, MG: Comissão de Fertilidade do Solo do Estado de Minas Gerais, 1999. p. 306-307.

COBRA NETTO, A. **Nutrição mineral do feijoeiro (*Phaseolus vulgaris* L.)**. 1967. 91 p. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia)-Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba, SP.

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'**, Piracicaba, v,28, p. 257-274, 1971.

EL-HUSNY, J.C. **Limitações nutricionais pra a cultura do feijoeiro (*Phaseolus vulgaris* L.) em um solo do Norte de Minas Gerais**. 1992. 151 p. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia)-Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG.

EMBRAPA ARROZ E FEIJÃO. Sistemas de manejo. Disponível em: <<http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Feijao/FeijaoPrimSegSafrasulMG/cultivares.htm#ec>>. Acesso em 20 de Março de 2009.

FARIA, R.T. Espaçamento e densidade. In: INSTITUTO AGRONÔMICO DO PARANÁ. **Cultura do feijão no Estado do Paraná**. Londrina: IAPAR, 1980. p,25-26. (Circular Técnica, 18).

FERNANDES, M.I.P.S. **Efeito da variação de estande dos experimentos com a cultura do feijoeiro**. 1987. 73 p. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) – Escola Superior de Agricultura de Lavras, Lavras.

FERNANDEZ, F.; GEPTS, P.; LÓPEZ, M. Etapas de desarrollo em la planta de frijol. In: LÓPEZ, M.; FERNADEZ, F.; SCHOOWHOVEN, A. **Frijol, investigación y producción**. Colômbia: CIAT, 1985. p. 61-80.

GALLO, J.R.; MIYASAKA, S. Composição química do feijoeiro e absorção de elementos nutritivos do florescimento à maturação. **Bragantia**, Campinas, v,20, n,40, p. 867-884, set. 1961.

GARRIDO, M.A.T.; DEL PINO, M.A.I.T.; SILVA, A.M.; ANDRADE, M.J.B. Crescimento, absorção iônica e produção do feijoeiro sob dois níveis de nitrogênio e três lâminas de irrigação. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 24, n. 1, p. 187-194, jan./mar. 2000.

GOMES, F.P. **Curso de estatística experimental**. Piracicaba: ESALQ, 1990. 460p.

HAAG, H.P.; MALAVOLTA, E.; GARGANTINI, H.; BLANCO, H.G. Absorção de nutrientes pela cultura do feijoeiro. **Bragantia**, Campinas, v,26, n. 30, p. 380-391, set. 1967.

JAUER, A. Análise de crescimento da cultivar de feijão Pérola em quatro densidades de semeadura. **Revista da Fac. de Zootecnia, Veterinária e Agronomia de Uruguaiana**, v. 10, p. 101-113, jul. 2003.

JAUER, A.; DUTRA, L.M.C.; ZABOT, L.; LUCCA FILHO, O.A.; LOSEKANN, M.E.; UHRY, D.; STEFANELO, C.; FARIAS, J.R.; LUDWIG, M.P. Análise de crescimento da cultivar de feijão Pérola em quatro densidades de semeadura. **Revista da Faculdade de Zootecnia, Veterinária e Agronomia, Uruguaiana**, v. 10, n. 1, p. 1-12, 2003.

LAVRAS. Prefeitura Municipal de Lavras. Secretaria de indústria, comércio, serviços e tecnologia. **Conheça Lavras**. Lavras, 1993. 97p.

LOPES, A.S.; CARVALHO, J.G. Micronutrientes: critérios de diagnose para solo e planta. In: SIMPÓSIO SOBRE ENXOFRE E MICRONUTRIENTES NA AGRICULTURA BRASILEIRA, 1988, Londrina. **Anais...** Campinas, EMBRAPA-CNPSO/IAPAR/SBCS, 1988. p. 133-78.

MALAVOLTA, E.; LIMA FILHO, O.F. Nutrição e adubação do feijoeiro. In: FANCELLI, A.L.; DOURADO NETO, D. (Ed.). **Tecnologia da produção de feijão irrigado**. Piracicaba:ESALQ, 1997. p. 22-51.

MORAES, J.F.V. Calagem e adubação. In: ZIMMERMANN, M.J.O.; ROCHA, M.; YAMADA, T. **Cultura do feijoeiro: fatores que afetam a produtividade**. Piracicaba, Associação Brasileira para Pesquisa da potassa e do Fosfato, 1988. p. 261-301.

PORTES, T.A. Ecofisiologia. In: ARAÚJO, R.S. et al. (Coord.). **Cultura do feijoeiro comum no Brasil**. Piracicaba: Potafós, 1996. p. 101-37.

RAMALHO, M.A.P.; ABREU, A.F.B. Cultivares. In; VIEIRA, C.; PAULA JÚNIOR, T.J.; BORÉM, A. **Feijão**. 2ª. Ed. Editora UFV, UFV: Viçosa, MG, 2006, p. 415-436.

ROSOLEM, C.A. Calagem e adubação mineral. In: ARAÚJO, R.S. ; RAVA, C. A.; STONE, L. F.; ZIMMERMANN, M. J. O. (Coord.). **Cultura do feijoeiro comum no Brasil**. Piracicaba: Associação Brasileira para Pesquisa da Potassa e do Fosfato, 1996. p. 353-390.

ROSOLEM, C.A. **Nutrição e adubação do feijoeiro**. Piracicaba, Associação Brasileira para Pesquisa da Potassa e do Fosfato, 1987. 91 p. (Boletim Técnico, 8).

SANTOS, J.B.; GAVILANES, M.L. Botânica. In; VIEIRA, C.; PAULA JÚNIOR, T.J.; BORÉM, A. **Feijão**. 2.ed. Viçosa, MG: UFV, 2006. p. 41-65.

SAS Institute Incorporation. **Copyright © 2010 SAS Institute Inc.**, SAS Campus Drive, Cary, North Carolina, USA, 2010.

SHIMADA, M.M.; ARF, O.; SÁ, M.E. Componentes do rendimento e desenvolvimento do feijoeiro de porte ereto sob diferentes densidades populacionais. **Bragantia**, Campinas v. 59, n. 2, p. 181-187, 2000.

SILVA, A.O.; LIMA, E.A.; MENEZES, H.E.A. Rendimento de grãos de feijão (*Phaseolus vulgaris* L.), cultivado em diferentes densidades de plantio. **Revista das Faculdades Integradas de Bebedouro**, Bebedouro, v. 3, p. 1-5, 2007.

SILVA, C.C. Estabelecimento da cultura. In: ARAÚJO, R.S.; RAVA, C.A.; STONE, L.F.; ZIMMERMANN, M.J.O. **Cultura do feijoeiro comum no Brasil**. Piracicaba: POTAFÓS, 1996, p. 417-32.

SOUZA, A.B.; ANDRADE, M.J.B.; ALVES, V.G. Populações de plantas, adubação e calagem para o feijoeiro (cv. Iapar 81) em Gleissolo de Ponta Grossa, Estado do Paraná. **Acta Scientiarum: Agronomy**, Maringá, v. 26, n. 3, p. 347-352, 2004.

SOUZA, A.B.; ANDRADE, M.J.B.; VIEIRA, N.M.B.; ALBUQUERQUE, A. Densidades de semeadura e níveis de NPK e calagem na produção do feijoeiro sob plantio ambiente 2, em Ponta Grossa, Paraná. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, Goiânia, v. 38, n. 2, p. 39-43, 2008.

STONE, L.F.; PEREIRA, A.L. Sucessão arroz-feijão irrigados por aspersão. Efeitos de espaçamento entre linhas, adubação e cultivar na produtividade e nutrição do feijoeiro. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.29, n.4, p.521-533, 1994

STONE, L.F.; SILVEIRA, P.M. Efeito de sistemas de preparo na compactação do solo, disponibilidade hídrica e comportamento de feijoeiro. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 34, n. 83-91, 1999.

URCHEI, M.A.; RODRIGUES, J.D.; STONE, L.F. Análise de crescimento de duas cultivares de feijoeiro sob irrigação, no ambiente 1 e preparo ambiente 2. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.35, n3, p.497-506, 2000.

VALE, L.S.R. **Doses de calcário, desenvolvimento da planta, componentes de produção, produtividade de grãos e absorção de nutrientes de dois cultivares de feijão**. Universidade Estadual Paulista: Botucatu, 1994, 71 p. (Dissertação – Mestrado em Fitotecnia)

VIEIRA, N.M.B. **Acúmulo de nutrientes e desempenho agrônômico de cultivares de feijoeiro-comum, em diferentes populações e sistemas de manejo**. 2009. 117 p. Tese (Doutorado em Agronomia/Fitotecnia) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG.

VIEIRA, N.M.B. **Crescimento e marcha de absorção de nutrientes no feijoeiro cvs. BRS MG Talismã e Ouro Negro, no ambiente 1 e ambiente 2.** 2006. 145 p. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG.

VILLAMIL LUCAS, J.M. **Influência da densidade de população sobre a produção em variedades de feijão vagem (*Phaseolus vulgaris* L.) de porte baixo.** 1987. 69p. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) – Escola Superior de Agricultura ‘Luiz de Queiroz’, Piracicaba.

WESTERMANN, D.T. et al. Nitrogen sources for bean seed production. **Agronomy Journal**, Madison, v. 73, p. 660-664, 1981.

ZABOT, L.; DUTRA, L.M.C.; JAUER, A.; LUCCA FILHO, O. A.; UHRY, D.; STEFANELO, C.; LOSEKAN, M.G.; FARIAS, J. R.; LUDWIG, M.P. Análise de crescimento da cultivar de feijão BR IPAGRO 44 Guapo Brilhante cultivada na safrinha em quatro densidades de semeadura em Santa Maria-RS. **Revista Ciencia Agroveterinária**, Lages, v,3, n,2, p. 105-115, 2004.

ANEXO A

Tabela 1 Resumo da análise de variância dos dados relativos ao acúmulo de matéria seca do feijoeiro cv. Jalo EEP 558 em haste (H), haste+folha (H+F), haste+folha+vagem (H+F+V) e total T. Safra primavera-verão 2006/2007. UFLA, 2010

| Fonte de Variação | GL | H | H+F | H+F+V | T |
|---------------------|-----|-------------|-------------|-------------|-------------|
| Bloco | 2 | 159946,900 | 435064,433 | 693805,055 | 848332,797 |
| Ambientes (S) | 1 | 4153343,922 | 12753585,4* | 15123884,01 | 15884522,66 |
| Erro 1 | 2 | 252662,2432 | 664779,018 | 1100391,614 | 1486458,921 |
| População (P) | 4 | 754574,11* | 2844022,37* | 3967306,95* | 5613787,33* |
| Idade da planta (I) | 6 | 1972500,66* | 4107396,49* | 7874187,15* | 16686736,7* |
| S x P | 4 | 282058,41* | 924947,51* | 1220110,01* | 1732417,2* |
| S x I | 6 | 295306,64* | 1155797,80* | 1331553,14* | 1442727,11* |
| P x I | 24 | 58799,4082 | 182375,405 | 257840,189 | 387040,479 |
| S x P x I | 24 | 40672,04197 | 112454,0779 | 183950,9078 | 348712,9321 |
| Erro 2 | 136 | 55261,73667 | 171581,4193 | 270474,6491 | 435265,7110 |
| CV (1) % | | 128,37 | 102,72 | 106,46 | 102,33 |
| CV (2) % | | 60,03 | 52,19 | 52,78 | 55,37 |
| Média geral | | 391,5705 | 793,7599 | 985,3860 | 1191,4564 |

* Significativo a 5% de variância pelo teste de F.

Tabela 2 Resumo da análise de variância dos dados relativos ao acúmulo de nitrogênio do feijoeiro cv. Jalo EEP 558 em haste (H), haste+folha (H+F), haste+folha+vagem (H+F+V) e total T. Safra primavera-verão 2006/2007. UFLA, 2010

| Fonte de Variação | GL | H | H+F | H+F+V | T |
|---------------------|-----|-----------|-------------|-------------|--------------|
| Bloco | 2 | 36,8321 | 388,8123 | 616,3001 | 965,743903 |
| Ambientes (S) | 1 | 1222,0157 | 11009,2889* | 14089,4210* | 17863,752012 |
| Erro 1 | 2 | 113,3628 | 437,3236 | 677,4666 | 1180,269518 |
| População (P) | 4 | 227,4961* | 1816,4218* | 2794,6866* | 4491,265301* |
| Idade da planta (I) | 6 | 465,5360* | 2759,8676* | 4619,3353* | 8889,576962* |
| S x P | 4 | 82,4373* | 712,3371* | 945,9434* | 1584,617873* |
| S x I | 6 | 103,0414* | 1078,1287* | 1380,3017* | 1295,447386* |
| P x I | 24 | 17,7154 | 146,2643 | 218,5829 | 313,780501 |
| S x P x I | 24 | 12,9115 | 83,4132 | 137,0893 | 266,028671 |
| Erro 2 | 136 | 14,9762 | 110,7799 | 172,5131 | 319,641279 |
| CV (1) % | | 158,67 | 103,25 | 101,36 | 106,37 |
| CV (2) % | | 57,67 | 51,96 | 51,15 | 55,36 |
| Média geral | | 6,7105 | 20,2549 | 25,6799 | 32,297 |

* Significativo a 5% de variância pelo teste de F.

Tabela 3 Resumo da análise de variância dos dados relativos ao acúmulo de fósforo do feijoeiro cv. Jalo EEP 558 em haste (H), haste+folha (H+F), haste+folha+vagem (H+F+V) e total T. Safra primavera-verão 2006/2007. UFLA, 2010

| Fonte de Variação | GL | H | H+F | H+F+V | T |
|---------------------|-----|-----------|----------|-----------|-------------|
| Bloco | 2 | 1,4129 | 2,9547 | 6,8167 | 7,538675 |
| Ambientes (S) | 1 | 147,7060* | 268,5333 | 310,5907* | 404,074714* |
| Erro 1 | 2 | 1,9701 | 5,8882 | 9,2504 | 14,948696 |
| População (P) | 4 | 8,1002* | 25,0786* | 39,8583* | 61,252296* |
| Idade da planta (I) | 6 | 18,7179* | 37,7477* | 83,4925* | 184,615128* |
| S x P | 4 | 5,1263* | 10,9579* | 13,0377* | 20,296837* |
| S x I | 6 | 10,3558* | 14,6395* | 18,7486* | 24,693433* |
| P x I | 24 | 0,7272 | 1,7461 | 3,1467 | 4,334789 |
| S x P x I | 24 | 0,5679 | 1,0714 | 1,7108 | 3,619220 |
| Erro 2 | 136 | 0,5515 | 1,4436 | 2,3267 | 4,025859 |
| CV (1) % | | 116,82 | 110,98 | 105,37 | 102,97 |
| CV (2) % | | 61,81 | 54,95 | 52,84 | 53,44 |
| Média geral | | 1,2015 | 2,1864 | 2,8865 | 3,7547 |

* Significativo a 5% de variância pelo teste de F.

Tabela 4 Resumo da análise de variância dos dados relativos ao acúmulo de potássio do feijoeiro cv. Jalo EEP 558 em haste (H), haste+folha (H+F), haste+folha+vagem (H+F+V) e total T. Safra primavera-verão 2006/2007. UFLA, 2010

| Fonte de Variação | GL | H | H+F | H+F+V | T |
|---------------------|-----|------------|------------|------------|--------------|
| Bloco | 2 | 61,4833 | 195,7801 | 317,7815 | 359,483066 |
| Ambientes (S) | 1 | 1747,7042* | 7009,6384* | 6372,5358* | 6030,000429* |
| Erro 1 | 2 | 38,5443 | 106,4716 | 186,9124 | 254,40463 |
| População (P) | 4 | 249,0629* | 1037,4123* | 1424,7583* | 1882,57677* |
| Idade da planta (I) | 6 | 421,9235* | 1770,2888* | 2370,4890* | 3646,195846* |
| S x P | 4 | 94,0171* | 344,8545* | 398,8492* | 471,496706* |
| S x I | 6 | 142,3864* | 881,2357* | 1056,0833* | 1141,337591* |
| P x I | 24 | 20,4293 | 92,6850 | 119,7764 | 142,470341 |
| S x P x I | 24 | 12,8440 | 59,5292 | 81,6982 | 118,234504 |
| Erro 2 | 136 | 13,5296 | 58,4323 | 81,8821 | 118,188785 |
| CV (1) % | | 98,70 | 75,64 | 81,20 | 80,91 |
| CV (2) % | | 58,48 | 56,04 | 53,75 | 55,14 |
| Média geral | | 6,2901 | 13,6412 | 16,8361 | 19,714 |

* Significativo a 5% de variância pelo teste de F.

Tabela 5 Resumo da análise de variância dos dados relativos ao acúmulo de cálcio do feijoeiro cv. Jalo EEP 558 em haste (H), haste+folha (H+F), haste+folha+vagem (H+F+V) e total T. Safra primavera-verão 2006/2007. UFLA, 2010

| Fonte de Variação | GL | H | H+F | H+F+V | T |
|---------------------|-----|-----------|-----------|------------|--------------|
| Bloco | 2 | 13,1740 | 162,6708 | 180,5963 | 188,15425 |
| Ambientes (S) | 1 | 102,3408 | 680,2560 | 644,1054 | 410,173239 |
| Erro 1 | 2 | 21,3924 | 131,3591 | 167,3043 | 177,56053 |
| População (P) | 4 | 55,7687* | 472,9545* | 588,4787* | 665,676947* |
| Idade da planta (I) | 6 | 169,3371* | 862,1660* | 1209,8938* | 1408,547936* |
| S x P | 4 | 10,8270 | 119,7875* | 139,9195* | 148,187128* |
| S x I | 6 | 14,5440* | 156,7289* | 191,8524* | 288,430051* |
| P x I | 24 | 4,9787 | 38,6362 | 46,5660 | 53,494668 |
| S x P x I | 24 | 2,8124 | 18,6620 | 25,6999 | 33,515297 |
| Erro 2 | 136 | 5,6629 | 42,9173 | 54,8401 | 62,864055 |
| CV (1) % | | 138,98 | 103,96 | 103,86 | 102,81 |
| CV (2) % | | 71,50 | 59,42 | 59,46 | 61,17 |
| Média geral | | 3,3280 | 11,0249 | 12,4536 | 12,961 |

* Significativo a 5% de variância pelo teste de F.

Tabela 6 Resumo da análise de variância dos dados relativos ao acúmulo de magnésio do feijoeiro cv. Jalo EEP 558 em haste (H), haste+folha (H+F), haste+folha+vagem (H+F+V) e total T. Safra primavera-verão 2006/2007. UFLA, 2010

| Fonte de Variação | GL | H | H+F | H+F+V | T |
|---------------------|-----|----------|----------|----------|-------------|
| Bloco | 2 | 0,0918 | 1,6269 | 2,3303 | 2,333265 |
| Ambientes (S) | 1 | 46,3608 | 227,3024 | 264,1189 | 243,800538 |
| Erro 1 | 2 | 3,8649 | 16,9002 | 22,2592 | 26,073973 |
| População (P) | 4 | 5,6454* | 38,8297* | 52,6067* | 66,697866* |
| Idade da planta (I) | 6 | 23,6700* | 52,6793* | 92,3696* | 140,615964* |
| S x P | 4 | 2,9373* | 13,5257* | 16,7292* | 19,613625* |
| S x I | 6 | 4,7462* | 14,3458* | 16,4846* | 18,063352* |
| P x I | 24 | 0,5125 | 2,8450 | 3,7536 | 4,490948 |
| S x P x I | 24 | 0,5282 | 1,8457 | 2,5613 | 3,514853 |
| Erro 2 | 136 | 0,7109 | 2,8389 | 3,9147 | 5,033649 |
| CV (1) % | | 167,64 | 147,58 | 138,96 | 133,82 |
| CV (2) % | | 71,90 | 60,49 | 58,28 | 58,80 |
| Média geral | | 0,5624 | 1,0154 | 2,156 | 3,8157 |

* Significativo a 5% de variância pelo teste de F.

Tabela 7 Resumo da análise de variância dos dados relativos ao acúmulo de enxofre do feijoeiro cv. Jalo EEP 558 em haste (H), haste+folha (H+F), haste+folha+vagem (H+F+V) e total T. Safra primavera-verão 2006/2007. UFLA, 2010

| GL e QM para S da cultivar Jalo EEP 558 | | | | | |
|---|-----|---------|---------|----------|------------|
| Fonte de Variação | GL | H | H+F | H+F+V | T |
| Bloco | 2 | 0,1414 | 0,7588 | 0,7270 | 1,340436 |
| Ambientes (S) | 1 | 1,0970 | 5,5854 | 6,7770 | 8,043857 |
| Erro 1 | 2 | 0,8309 | 4,6171 | 5,4506 | 6,45904 |
| População (P) | 4 | 1,8989* | 11,245* | 14,6318* | 17,974493* |
| Idade da planta (I) | 6 | 2,3960* | 8,6791* | 13,6699* | 21,01566* |
| S x P | 4 | 0,3370* | 1,5367* | 1,9647* | 2,849917* |
| S x I | 6 | 0,1168 | 1,6229* | 1,7919* | 2,059095 |
| P x I | 24 | 0,0705 | 0,5681 | 0,7240 | 0,747267 |
| S x P x I | 24 | 0,0917 | 0,3467 | 0,4906 | 0,808088 |
| Erro 2 | 136 | 0,1287 | 0,5983 | 0,7969 | 1,115856 |
| CV (1) % | | 166,31 | 150,12 | 139,86 | 133,85 |
| CV (2) % | | 65,45 | 54,04 | 53,48 | 55,63 |
| Média geral | | 0,5481 | 1,4313 | 1,6692 | 1,8988 |

* Significativo a 5% de variância pelo teste de F.

ARTIGO 3

**ACÚMULO DE MATÉRIA SECA E MACRONUTRIENTES EM
DIFERENTES ÓRGÃOS DO FEIJOEIRO cv. BRS Radiante EM
FUNÇÃO DE POPULAÇÕES DE PLANTAS E AMBIENTES**

Artigo submetido á revista *Bean Improvement Cooperative*.

1 INTRODUÇÃO

As lavouras de feijoeiro comum devem ser cultivadas sob populações adequadas para um bom aproveitamento da área, contudo essa população é dependente de fatores como, entre outros, arquitetura da planta e capacidade do solo em fornecer nutrientes, levando-se em consideração a cultivar, ou tipo de planta, e o sistema de manejo. Para cada sistema de manejo e nível de adubação deve haver um nível biologicamente ótimo de população. Da mesma forma, para cada cultivar e sistema de manejo, deverá haver uma população ideal, considerando a quantidade de fertilizantes adequada.

As recomendações de espaçamento giram em torno de 0,40 a 0,60 m entre linhas, com 10 a 12 plantas por metro (SILVA, 1996), correspondendo a populações de 167 a 300 mil plantas ha⁻¹, com média de cerca de 235 mil plantas ha⁻¹.

Em geral, maiores populações de plantas proporcionam maiores produtividades. No entanto, sabe-se, que populações maiores levam a novo equilíbrio, resultando em pragas, doenças e maior demanda de insumos, como sementes e adubos, entre outros, o que deve ser melhor avaliado, pois pode ser mais interessante para as empresas produtoras de insumos, que para os agricultores. A boa produtividade não deve trazer dificuldades adicionais com a condução e colheita da lavoura, e com maior gasto de insumos, porque isto resultará em menor receita, além de prejudicar o meio ambiente (ALVES JUNIOR, 2007).

Pode ocorrer o mesmo rendimento para populações diferentes, principalmente pela capacidade de compensação entre os componentes do rendimento, como no caso do número de vagem por planta (FERNANDES, 1987; VILLAMIL LUCAS, 1987; ARF et al., 1990 e VALE, 1994), mas

existem diferenças de comportamento das cultivares de diferentes hábitos de crescimento.

De maneira geral, o sistema plantio direto favorece o desenvolvimento da cultura, pois proporciona maior disponibilidade de água, devido às características da cobertura do solo e, não menos importante, protege o solo dos impactos das gotas de chuva, favorecendo a infiltração, reduzindo perdas de solo por erosão, e perda de água por escoamento (STONE; SILVEIRA 1999; URCHER; RODRIGUES; STONE 2000).

As práticas culturais devem se adequar aos hábitos de crescimento, uma vez que, a densidade populacional, por exemplo, correlaciona-se com caracteres varietais (JAUER et al., 2003).

O aumento da população pode dificultar um possível melhor desempenho da cultura principalmente pela competição por luz, estabelecida com maior intensidade na fase reprodutiva (BENNETT; ADAMS; BURGA 1977), afetando os componentes de rendimento. Assim, as cultivares de crescimento determinado sofrem menor competição nas maiores densidades que as de crescimento indeterminado, mas há outros fatores, como a fertilidade do solo, condições climáticas e o material genético (ALVES JÚNIOR, 2007).

A capacidade do solo apresentar condições favoráveis e a arquitetura de plantas são, entre outros fatores, determinantes para a escolha da população ideal; dessa forma, uma recomendação adequada de adubação e um sistema de manejo que melhor acondicione o ambiente produtivo, deverá considerar a cultivar, hábito de crescimento, e a população de plantas envolvidas no sistema (SOUZA et al., 2008). A adoção do sistema plantio direto para utilização de cultivares promissoras necessita de avaliações quanto à adaptabilidade dessas cultivares, principalmente em ambientes melhorados, com solos mais estruturados e protegidos por palhada.

Um dos caracteres mais importantes do feijoeiro é o hábito de crescimento, pois é essencial na descrição das cultivares, na escolha das mais adequadas para o plantio nas mais variadas condições de cultivo e, na obtenção de novas cultivares pelo melhoramento (SANTOS; GAVILANES, 2006).

O hábito de crescimento da planta de feijoeiro está relacionado à densidade populacional e ambos podem afetar o rendimento de grãos (SHIMADA; ARF; SÁ, 2000; STONE; PEREIRA, 1994). Em cultivares de diferentes hábitos de crescimento, há incremento de produtividade com o aumento da população (SILVA; LIMA; MENEZES, 2007; SOUZA; ANDRADE; ALVES, 2004). Solos mais férteis e com melhor disponibilidade de água, como em sistema plantio direto, podem favorecer esse tipo de resultado. Este raciocínio é partilhado por Faria (1980), para quem a população não deve ser alta em situações de limitação de solo ou água.

A marcha de absorção de nutrientes permite conhecer as quantidades de nutrientes absorvidas e a absorção relativa em cada fase da cultura, fornecendo informações básicas sobre as épocas mais adequadas para a aplicação dos fertilizantes. Em espécies com raízes pouco profundas e altamente exigentes como o feijoeiro, essas informações são ainda mais valiosas (VIEIRA, 2009).

Para se avaliar de forma quantitativa o crescimento das plantas, é parâmetro importante, o acúmulo de matéria seca (MS) em função da densidade populacional. Jauer (2003) e Zabot et al. (2004) demonstraram que o acúmulo de matéria seca ocorre ao longo de todo o ciclo, chegando à colheita com maior quantidade de biomassa.

Conforme Cobra Netto (1967), Brandes (1971), Rosolem (1987), Bulisani (1994) e Vieira (2006), o acúmulo de MS do feijoeiro (*Phaseolus vulgaris* L.) apresenta comportamento padrão. As hastes acumulam MS até a floração, quando estabiliza. As folhas iniciam o ciclo suavemente, acumulando de forma aguda até a fase de enchimento de grãos; após essa fase, inicia-se o

processo de desfolha, causando decréscimo no acúmulo. Os órgãos reprodutivos, flores e vagens, acumulam MS até o final do ciclo da cultura. Os grãos sofrem acúmulo acentuado desde o seu surgimento até a colheita.

A taxa de acúmulo de matéria seca é sequencial, modificando-se conforme o estágio de crescimento da planta. No início, folhas e raízes são drenos preferenciais; por certo período, os caules assumem relevância e, a partir do florescimento, com o aparecimento das vagens, estas passam a ser os drenos preferenciais (LOPES; CARVALHO, 1988).

A maioria dos trabalhos concorda quanto aos nutrientes mais extraídos pelo feijoeiro, o N e o K, seguidos do Ca. A ordem obtida por Haag et al. (1967), Cobra Netto et al. (1971), Malavolta e Lima Filho (1997) e Garrido et al. (2000) foi N, K, Ca, S, Mg e P. Em função das condições experimentais, pequenas variações podem ocorrer, como nos trabalhos de El-Husny (1992) com a cv. Carioca (Mg>S>P), Vieira (2006) com as cultivares Ouro Negro e Talismã (Mg>P>S) em plantio convencional e Andrade et al. (2000) com a cultivar Carioca-MG (P>Mg>S) em solo de várzea.

O nitrogênio é importante principalmente nas fases de florescimento e enchimento de grãos, pois, como há vagens e grãos crescendo ao mesmo tempo, a demanda por N nessa fase é alta (PORTES, 1996). Dessa forma, o feijoeiro não absorve todo o N que necessita nos primeiros 50 dias do ciclo (ROSOLEM, 1987). Westermann et al. (1981) observaram absorção de até 3,5 kg ha⁻¹ dia⁻¹ no período de enchimento de grãos, num estudo realizado com nove cultivares de feijoeiro. Gallo e Miyasaka (1961) afirmam que, no período de 33 a 44 dias após o estabelecimento da cultura, ocorre absorção máxima de nitrogênio, com cerca de 2,46 kg de N ha⁻¹ dia⁻¹, na cv. Chumbinho Opaco.

A absorção do nitrogênio ocorre praticamente durante todo o ciclo da cultura, mas, a época de maior exigência, quando a velocidade de absorção é máxima, acontece dos 35 aos 50 DAE (ARAÚJO; VIEIRA; MIRANDA, 1994).

Em relação ao fósforo, a maior velocidade de absorção dá-se dos 30 aos 55 dias, compreendendo desde o período do aparecimento dos botões florais até o final do florescimento, acentuando-se ainda mais entre 45 e 55 dias, época em que começa a formação das vagens, sendo que o feijoeiro cv. Carioca absorve cerca de $0,21 \text{ kg de P.ha}^{-1}.\text{dia}^{-1}$. Até aos 55 dias, a maior quantidade de fósforo absorvido localiza-se nas folhas e, a partir deste período, é aparente uma translocação do nutriente para as vagens (ROSOLEM, 1987). Na cv. Chumbinho Opaco, no período de 33 a 44 dias, Gallo e Miyasaka (1961) determinam absorção de $0,27 \text{ kg de P.ha}^{-1}.\text{dia}^{-1}$.

O potássio tem maior demanda pelo feijoeiro entre 25 e 35 DAE, período de diferenciação dos botões florais, quando a absorção média é de $1,69 \text{ kg de K.ha}^{-1}.\text{dia}^{-1}$ e entre 45 e 55 dias, correspondendo ao final do florescimento, com demanda média de absorção de $3,29 \text{ kg de K ha}^{-1} \text{ dia}^{-1}$ na cv. Carioca (ROSOLEM, 1987). No período de 33 a 44 dias, Gallo e Miyasaka (1961), estudando a cv. Chumbinho Opaco, relatam uma demanda de $2,17 \text{ kg de K ha}^{-1} \text{ dia}^{-1}$. Segundo Rosolem (1996), a quase totalidade do K é absorvida pelo feijoeiro até 40-50 DAE. Entretanto, pesquisas conduzidas em diferentes épocas e regiões mostraram que a resposta aos fertilizantes potássicos é pouco frequente no Brasil ou de pequena magnitude, em função da fertilidade natural dos solos, com teores médios a altos de K e da curta duração dos ciclos das cultivares (MORAES, 1988).

O ponto máximo de absorção do Ca ocorre entre 10 e 15 DAE, tanto nos feijoeiros de porte determinado como indeterminado. Segundo Haag et al. (1967), a absorção máxima de cálcio pelo feijoeiro, cv. Chumbinho Opaco, ocorre em torno dos 50 DAE. Ocorre intensamente dos 27 aos 55 dias, compreendendo o período de diferenciação floral até o final do florescimento, fase em que a absorção média é de $1,52 \text{ kg de Ca ha}^{-1} \text{ dia}^{-1}$ na cv. Carioca (ROSOLEM, 1987).

A velocidade de absorção do enxofre é relativamente alta desde os 25 dias, atingindo sua máxima absorção no final do florescimento, ocasião em que atinge, aproximadamente, a $0,80 \text{ kg de S ha}^{-1} \text{ dia}^{-1}$ na cv. Carioca (ROSOLEM, 1987). Haag et al. (1967) observaram que, na cv. Chumbinho Opaco, a absorção máxima ocorre em torno dos 70 DAE.

O objetivo do presente trabalho foi estudar o acúmulo e distribuição de matéria seca e macronutrientes, nas diversas partes da planta do feijoeiro cv. BRS Radiante semeado em diferentes densidades populacionais, em sistema plantio direto e convencional.

2 MATERIAL E MÉTODOS

O estudo constou de um experimento, conduzido na área experimental do Departamento de Agricultura (DAG), Setor de Grandes Culturas da Universidade Federal de Lavras (UFLA), em Lavras - MG, em Latossolo Vermelho distroférico (EMBRAPA, 2009), originalmente sob cerrado, em duas áreas contíguas, uma em ambiente de ambiente 1 (ambiente 1), e outra em ambiente 2 (ambiente 2). Resultados de análises químicas de amostras do solo, coletadas à profundidade de 0-20cm, antes da semeadura do feijão, nos dois ambientes, podem ser visualizados na Tabela 1.

Tabela 1 Resultados da análise química de amostra do solo na área experimental, profundidade 0 a 20 cm em dois ambientes. UFLA, Lavras, 2010.*

| Características | Ambiente 1** | Ambiente 2** |
|---------------------------------------|--------------|--------------|
| pH em H ₂ O | 6,5 AcF | 5,3 AcM |
| P (Mehlich 1) mg.dm ⁻³ | 8,2 Ba | 8,9 Ba |
| K (Mehlich 1) mg.dm ⁻³ | 84,0 B | 62,0 M |
| Ca cmolc.dm ⁻³ | 2,5 B | 1,6 M |
| Mg cmolc.dm ⁻³ | 0,9 M | 0,4 Ba |
| Al cmolc.dm ⁻³ | 0,0 Ba | 0,3 Ba |
| S mg.dm ⁻³ | 11,8 MB | 31,7 MB |
| Matéria Orgânica dag.kg ⁻¹ | 2,6 M | 3,4 M |
| V (%) | 63,2 B | 30,2 Ba |

* Análises realizadas no Laboratório de Fertilidade do Solo do Departamento de Ciência do Solo da UFLA.

** Interpretação de acordo com Alvarez V. et al. (1999). AcF = acidez fraca, AcM = acidez média, Ba = teor baixo, M = médio, B = bom, MB = muito bom.

Lavras situa-se a uma altitude média de 918 metros, a 21°14' de latitude Sul e 45°00' de longitude Oeste de Greenwich, e seu clima de acordo com a classificação internacional de Köppen, é mesotérmico cwb (LAVRAS, 1993). Os experimentos foram conduzidos na safra primavera-verão 2006/2007, caracterizada por excessiva precipitação pluvial. A precipitação total foi de 1,143,2mm, sendo registradas temperaturas, média diária de 22,2°C, máxima de

32,8°C e mínima de 11,8°C. A umidade relativa do ar apresentou média de 80,6%. A variação diária dos dados meteorológicos, cedida pela Estação Climatológica de Lavras - MG é apresentada na Figura 1.

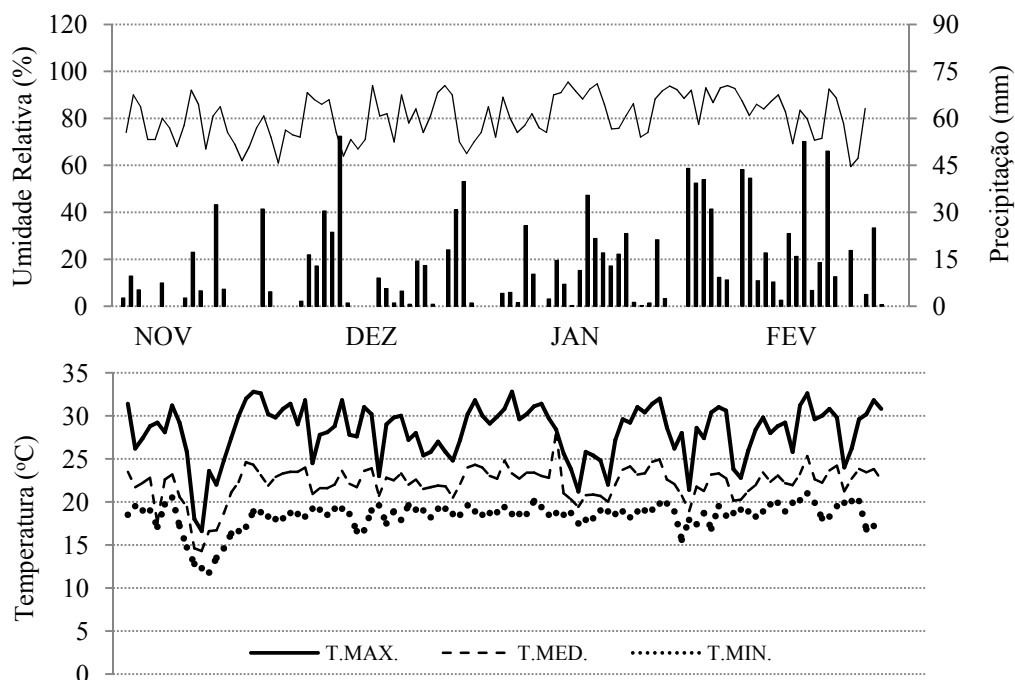


Figura 1 Variação diária das temperaturas máxima, média e mínima, umidade relativa do ar e precipitação pluvial em Lavras, de novembro de 2006 a fevereiro de 2007. Fonte: Estação Climatológica de Lavras, situada no *campus* da UFLA.

No ambiente 1, a semeadura foi realizada sob palhada de capim braquiária, dessecada 30 dias antes da semeadura com 2,5 L.ha⁻¹ de Roundup[®] e oito dias antes da semeadura com 2,0 L.ha⁻¹ de Gramoxone[®]. No ambiente 2, o preparo do solo constou de uma aração e duas gradagens. A cultivar BRS Radiante, de feijoeiro-comum (*Phaseolus vulgaris* L.) foi semeada aos 21 dias de novembro do ano de 2006.

A cultivar BRS Radiante, desenvolvida na Embrapa Arroz e Feijão, tem origem no cruzamento entre as cultivares Pompadour e Iraí; além de Minas Gerais, esta cultivar é recomendada, desde 2001, nos estados de Goiás, Mato Grosso do Sul e Distrito Federal. Pertencente ao grupo comercial Manteigão, possui ciclo precoce e porte ereto, crescimento determinado, de hábito tipo I, flor com estandarte roxo e asas róseas, vagem verde com estrias vermelhas na maturação. Os grãos são bege claro com rajadas cor vinho e brilho intermediário, peso de 100 grãos 43,5g (PAULA JÚNIOR et al., 2010).

Cada parcela foi constituída de 4 linhas de 5 m de comprimento, com espaçamento de 0,5 m entre linhas (10 m²); como parcela útil foram consideradas as duas linhas centrais (5m²). A semeadura foi feita de modo manual, adotando-se a densidade de semeadura ideal para se atingir as populações desejadas. Todas as parcelas receberam idêntica adubação, proporcional a 400 kg.ha⁻¹ do formulado 8-28-16, determinada por meio da interpretação dos resultados de análise do solo (Tabela 1), segundo Chagas et al. (1999). Não foi feita a correção do solo (ALVAREZ V.; RIBEIRO, 1999). A adubação nitrogenada de cobertura foi realizada aos 21 dias após emergência, no estágio V₃-V₄ (FERNANDEZ; GEPTS; LÓPEZ, 1985), utilizando-se 30 kg.ha⁻¹ de N, fonte uréia. Os tratos culturais foram os normalmente dispensados à cultura na região e o experimento não recebeu irrigação.

O delineamento experimental utilizado foi em blocos casualizados, com três repetições, com tratamentos dispostos no esquema de parcela subdividida, sendo as parcelas representadas pelos dois ambientes, e na sub-parcela, fatorial 5x6, envolvendo cinco densidades de plantio (75, 145, 215, 285 e 355 mil plantas.ha⁻¹) e sete idades das plantas (10, 20, 30, 40, 50 e 60 DAE, no ambiente 1) e (13, 23, 33, 43, 53 e 63 DAE, no ambiente 2).

Para se obter o acúmulo de matéria seca da parte aérea ao longo do ciclo da cultura, foram realizadas coletas a cada 10 dias a partir do 10º dia após emergência (DAE), no ambiente 1, e a partir do 13º dia após emergência (DAE), no ambiente 2. Em cada coleta foram amostradas cinco plantas por meio de corte a 1 cm do solo, separando-se as partes das plantas em haste, folhas, flores + vagens e grãos, sendo posteriormente o material seco em estufa com circulação forçada de ar a 65-70°C, até peso constante. Esses materiais foram pesados em balança de precisão, determinando-se, o peso da matéria seca das partes da planta, transformado em acúmulo de matéria seca por hectare.

Para estudar o progresso do acúmulo de nutrientes na parte aérea ao longo do ciclo da cultura, foram utilizadas amostras da matéria seca, trituradas e encaminhadas ao Laboratório de Análise Foliar, no Departamento de Ciências do Solo da UFLA, para a realização das análises dos teores de macronutrientes. Os teores de N foram obtidos quimicamente pelo método Kjeldahl; o P, K, Ca, Mg, S por digestão com ácido nítrico e perclórico e determinados nos extratos: P em colorimetria, K fotometria de chama; S turbidimetria; Ca e Mg espectrofotometria de absorção atômica, conforme Malavolta e Lima Filho (1997). A partir dos teores dos macronutrientes e do acúmulo de matéria seca em cada coleta, foi obtida a marcha de acúmulo ($\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$) de cada um dos nutrientes.

As coletas periódicas foram utilizadas no ajuste de curvas de regressão por ambientes e densidades populacionais em função de dias após a emergência (DAE). As curvas corresponderam aos acúmulos de matéria seca e nutrientes em haste (H), haste+folha (H+F), haste+folha+ órgãos reprodutivos: flores e vagens (H+F+V) e planta total (T); incluindo hastes, folhas, flores, vagens e grãos (T). Os efeitos de ambientes foram avaliados pelo teste F (BANZATTO; KRONKA, 1995) e os efeitos das populações de plantas por regressão, com posterior seleção das equações mais representativas das relações entre as variáveis envolvidas, seguindo a significância do modelo e o valor do coeficiente de

determinação (R^2) (GOMES, 1990). Para as análises estatísticas e ajustes dos modelos de regressão foi utilizado o programa SAS cuja licença autorizada pertence à UFLA (SAS, 2010).

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 Acúmulo de Matéria Seca

As análises de variância dos dados de matéria seca estão apresentados na Tabela 1 ANEXO A, onde se verifica que não houve significância da interação tripla e nem da interação população x idade da planta. Este último resultado indica que, mesmo em se tratando de uma cultivar com hábito de crescimento do tipo I, responsiva ao aumento da população, o padrão de acúmulo de MS foi mantido, independentemente de a população variar no intervalo de 75 a 355 mil plantas.ha⁻¹. As interações ambiente x população e ambiente x idade da planta foram significativas em relação a todas as variáveis relacionadas à matéria seca, exceto MS de haste+folha, influenciada apenas pela primeira interação.

O desdobramento da interação ambiente x idade da planta pode ser observado na Figura 2, com as respectivas equações ajustadas com modelos linear, quadrático e cúbico. Observa-se que no ambiente 2, mesmo com o ciclo cultural um pouco mais longo, houve menor acúmulo total de MS. No ambiente 1, essa cultivar teve ponto de máximo acúmulo de MS aos 58 DAE, com 2404 kg.ha⁻¹. No ambiente 2, a equação linear, ajustada para MS total, sugere acúmulos ainda maiores que os 1572 kg.ha⁻¹, caso o ciclo se prolongasse além dos 73 DAE.

No ambiente 2, houve máximo acúmulo total de MS na maior população (355 mil plantas.ha⁻¹), com 1178 kg.ha⁻¹, ajustando-se equações lineares. No ambiente 1 ajustaram-se equações quadráticas e cúbicas e o máximo acúmulo total de MS foi de 1694 kg.ha⁻¹, com 255 mil plantas.ha⁻¹ (Figura 3).

Como já mencionado, a interação população x idade da planta não foi significativa, no que diz respeito ao acúmulo de MS. Os valores médios são apresentados na Tabela 2.

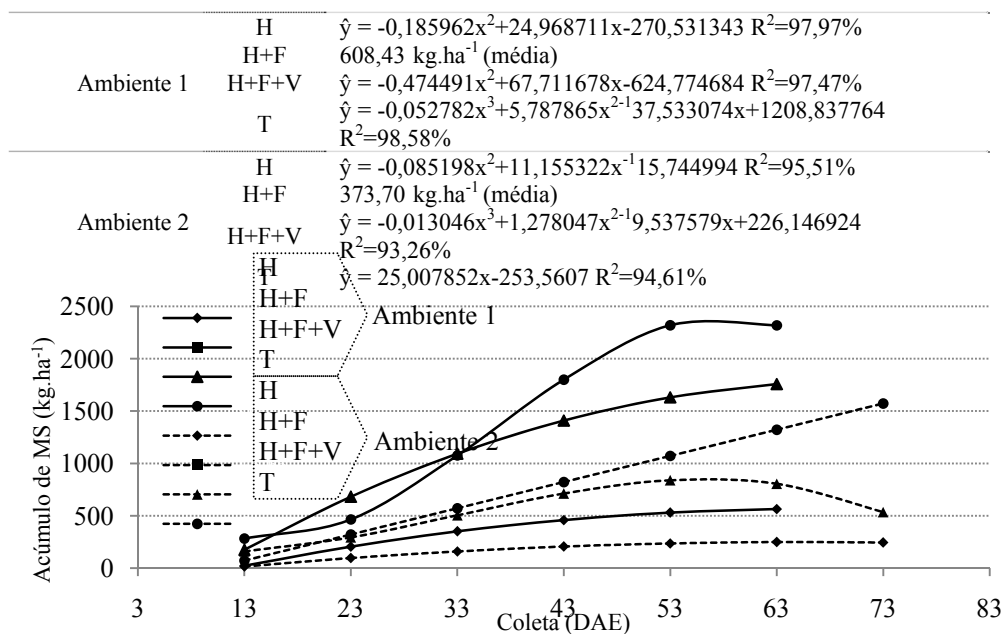


Figura 2 Marcha de acúmulo de matéria seca na parte aérea do feijoeiro cultivar BRS Radiante nos ambientes 1 e 2 no decorrer do ciclo da cultura, safra primavera-verão 2006/2007. UFLA, 2010

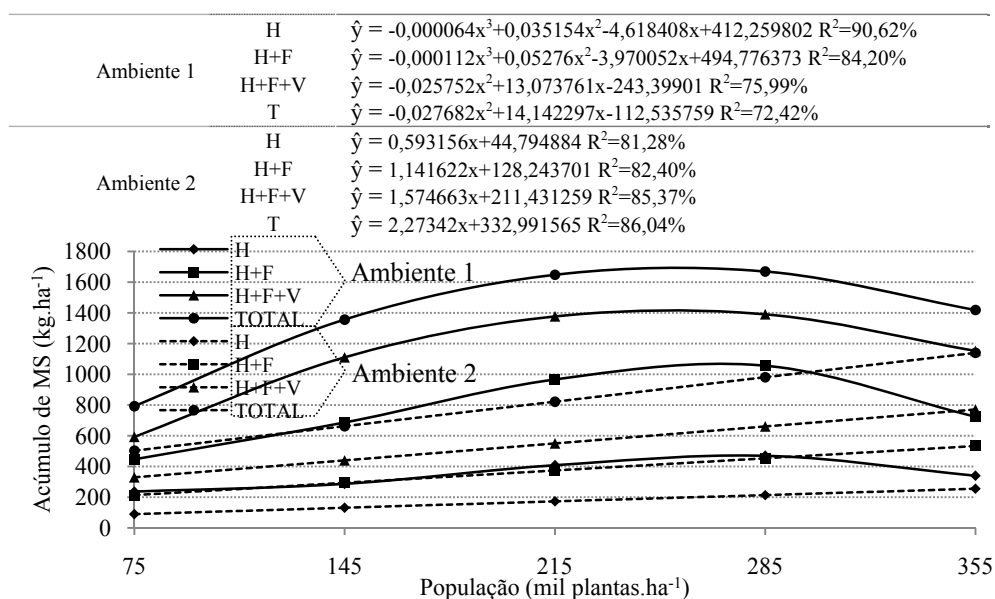


Figura 3 Acúmulo de matéria seca (kg.ha^{-1}) na parte aérea da cultivar BRS Radiante em função de populações de plantas dentro de cada ambiente, safra primavera-verão 2006/2007. UFLA, 2010

Outra abordagem sobre o comportamento do acúmulo de matéria seca, nos dois ambientes de semeadura e diferentes populações de planta considerou apenas os dados finais, obtidos por ocasião da última coleta. Esses resultados estão apresentados na Figura 4.

Tabela 2 Valores médios do acúmulo de matéria seca (kg.ha^{-1}) na parte aérea da cultivar BRS Radiante em função de populações e partes da planta, safra primavera-verão 2006/2007. UFLA, 2010

| Parte da planta | População (mil plantas.ha ⁻¹) | | | | |
|-----------------|---|-----|------|------|------|
| | 75 | 145 | 215 | 285 | 355 |
| H | 166 | 194 | 269 | 342 | 308 |
| H+F | 324 | 430 | 631 | 688 | 610 |
| H+F+V | 497 | 631 | 936 | 993 | 924 |
| T | 721 | 895 | 1247 | 1358 | 1311 |

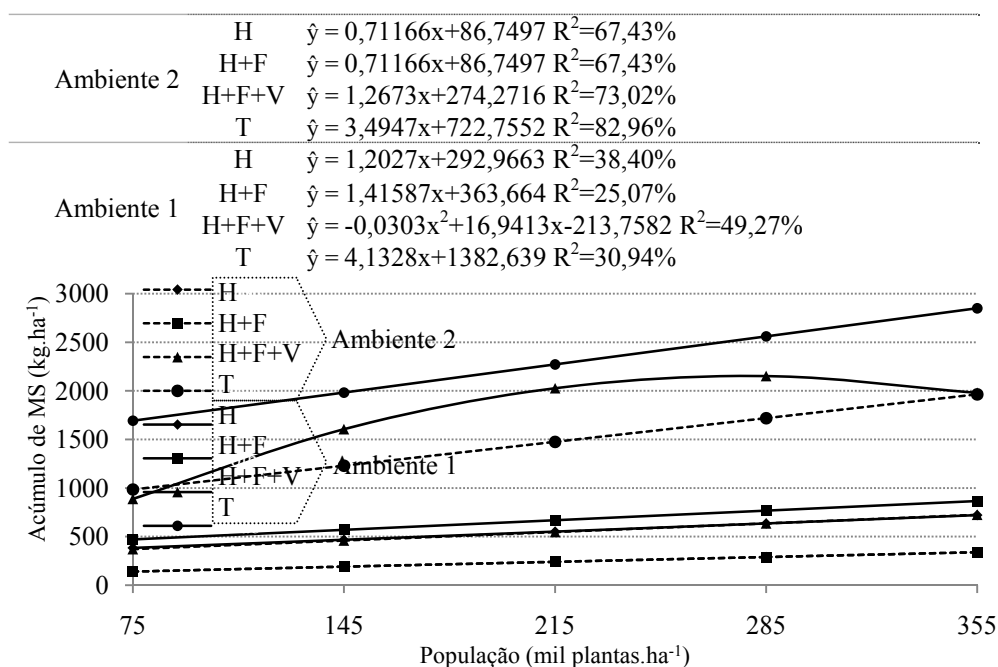


Figura 4 Acúmulo de MS ($\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$) da cultivar BRS Radiante em diferentes populações, sob ambiente 1 e ambiente 2, safra primavera-verão 2006/2007. UFLA, 2010

Na Figura 4 verifica-se que à medida que se aumentou a população de plantas, elevou-se o acúmulo final de MS total, com predominância de efeito linear.

Segundo Vieira (2006), tanto no plantio direto quanto no convencional, a cultivar Talismã produziu mais matéria seca que a cultivar Ouro Negro. Também, observa-se que as cultivares Talismã e Ouro Negro produziram, em média, 4938 e 2014 $\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ de matéria seca total na parte aérea, respectivamente. O valor inferior do acúmulo de matéria seca por parte da cv. Ouro Negro foi influenciado pelo desempenho no sistema plantio direto, por tratar-se de área em primeiro ano de incorporação ao processo produtivo.

A mesma linha de raciocínio pode ser atribuída às diferenças entre os ambientes do presente trabalho, uma vez que as características de fertilidade do solo, como por exemplo, saturação de bases, e, ou acidez do solo, associados ao sistema de cultivo, proporcionou acúmulos de MS superiores no ambiente 1 comparado ao ambiente 2.

Os comportamentos de acréscimo no acúmulo total de MS, apresentaram comportamento com certa similaridade aos resultados obtidos por alguns autores (SILVA, 1985; TEIXEIRA et al., 2000), apesar de diferente aos apresentados em outros trabalhos (SHIMADA; ARF; SÁ, 2000; GOMES et al., 2000; JAUER et al., 2003; ZABOT et al., 2004), sendo o acúmulo e MS total aumentado conforme acrescida a população de plantas.

Avaliando-se o acúmulo final de MS nas partes da planta, os resultados apresentaram-se de maneira semelhante aos resultados de Bulisani (1994) com a cultivar Goiano Precoce, de hábito tipo I. Diferindo, no entanto, das cultivares Carioca (III), Bico de Ouro (III), Rico 23 (II) e Rosinha G2 (III). Os resultados obtidos por El-Husny (1992), também apresentaram a cv. Carioca com superioridade ao presente ensaio.

3.2 Acúmulo de nitrogênio

As análises de variância relativas aos acúmulo de N na haste, haste+folha, haste+folha+vagem e total, podem ser visualizadas nos resumos apresentados na Tabela 2 ANEXO A. Verifica-se que não houve significância da interação tripla, no entanto, as interações duplas apresentaram-se significativas, exceto a interação população x idade da planta.

O comportamento da cultivar BRS Radiante para acúmulo de N pode ser visualizado na Figura 5, que mostra as equações ajustadas para os ambientes 2 (quadráticas) e 1 (cúbicas e quadrática). No ambiente 2, o ponto de máximo

acúmulo total de N ocorreu aos 53 DAE, com 53 kg.ha^{-1} , enquanto no ambiente 1, ele ocorreu aos 47 DAE, com 42 kg.ha^{-1} de N.

A interação ambiente x população foi significativa nos dois ambientes, ambiente 1 e ambiente 2, para o acúmulo de N em todas as partes da planta. De maneira geral verificou-se que, em ambos os ambientes, o incremento da população aumentou o acúmulo de N.

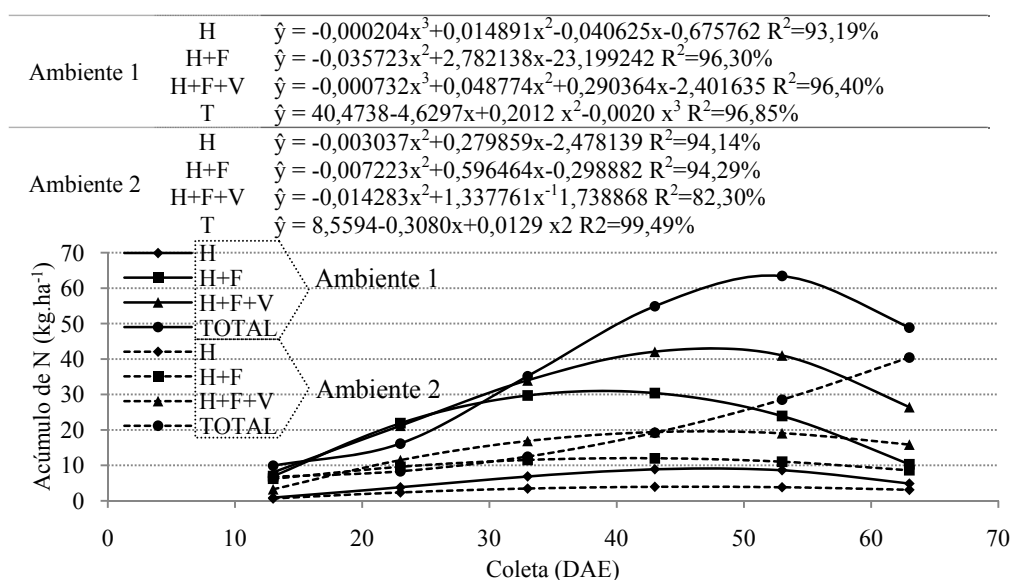


Figura 5 Marcha de acúmulo de Nitrogênio (kg.ha^{-1}) na parte aérea do feijoeiro cultivar BRS Radiante nos ambientes 1 e 2 no decorrer do ciclo da cultura, safra primavera-verão 2006/2007. UFLA, 2010

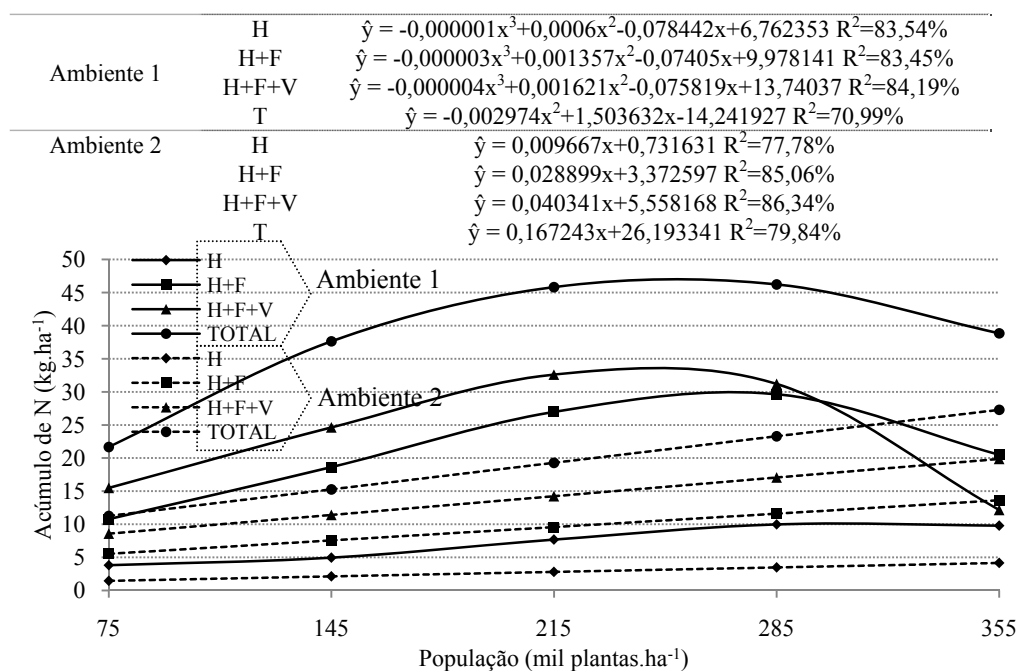


Figura 6 Acúmulo de Nitrogênio (kg.ha^{-1}) na parte aérea da cultivar BRS Radiante em função de população de plantas dentro de cada ambiente, safra primavera-verão 2006/2007. UFLA, 2010

No ambiente 1, a cv. BRS Radiante apresentou haste, haste+folha e haste+folha+vagem, com equações cúbicas, e total com equação quadrática. O máximo acúmulo total de N neste ambiente ocorreu na população de 252,8 mil plantas. ha^{-1} , com 176 kg.ha^{-1} . O ambiente 2 teve, em todas as partes da planta, ajuste de equações cúbicas, com N total máximo (86 kg.ha^{-1}) na população de 355 mil plantas. ha^{-1} (Figura 6).

A interação população x idade da planta foi significativa apenas em relação à cv. Bolinha (Tabela 2 ANEXO A). Isto significa que, nesta cultivar, ao contrário das demais, o acúmulo de N ao longo do ciclo foi dependente da população de plantas. Este efeito pode ser observado na Figura 5, onde se verificou que o incremento da população antecipou o máximo acúmulo de N em

todas as partes da planta. Em outras palavras, na cv. Bolinha, quanto maior a população de plantas, mais cedo ocorreu o ponto de máximo acúmulo de N.

Dentro da cultivar BRS Radiante, o desdobramento da interação população x idade da planta mostrou que o efeito da idade não foi significativo. Os valores médios são apresentados na Tabela 3.

Tabela 3 Valores médios do acúmulo de Nitrogênio ($\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$) na parte aérea da cultivar BRS Radiante em função de população e partes da planta, safra primavera-verão 2006/2007. UFLA, 2010

| Parte da planta | População de plantas ($\text{mil plantas}\cdot\text{ha}^{-1}$) | | | | |
|-----------------|--|-----|-----|-----|-----|
| | 75 | 145 | 215 | 285 | 355 |
| H | 3 | 3 | 5 | 6 | 5 |
| H+F | 9 | 12 | 19 | 19 | 17 |
| H+F+V | 13 | 17 | 26 | 27 | 25 |
| Total | 21 | 38 | 66 | 71 | 67 |

Na Figura 7 é apresentado o comportamento do acúmulo final de N, verificado por ocasião da última coleta, em função das populações, nos dois ambientes. O acúmulo de N foi sempre crescente e quase sempre linear. Este resultado, portanto, acompanhou o já descrito comportamento do acúmulo de matéria seca. Fato este, que, está de acordo com o relatado por alguns autores, no sentido de que o padrão de acúmulo de N no feijoeiro acompanha o padrão do acúmulo de matéria seca (BULISANI, 1994; EL-HUSNY, 1992).

Na Tabela 4 observa-se que não houve diferença significativa entre os ambientes na população mais baixa ($75 \text{ mil plantas}\cdot\text{ha}^{-1}$). Entretanto, à medida que se incrementou a população, as diferenças entre os ambientes também aumentaram, tornando-se significativas. Nestes casos de significância, o ambiente 1 apresentou maior acúmulo de N, mais uma vez acompanhando, em linhas gerais, o comportamento do acúmulo de matéria seca. O melhor ambiente proporcionado pelo ambiente 1 resultou em maior crescimento das plantas que, por sua vez, acumularam mais N. Este resultado é corroborado por outros como os de Vieira (2006) e Vieira (2009).

Tabela 4 Média de acúmulo final de N ($\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$) na cultivar BRS Radiante em diferentes populações, sob ambiente 1 e ambiente 2, safra primavera-verão 2006/2007. UFPA, 2010

| Parte da planta | Ambiente | População de plantas ($\text{mil plantas}\cdot\text{ha}^{-1}$) | | | | |
|-----------------|------------|--|-----|-----|-----|-----|
| | | 75 | 145 | 215 | 285 | 355 |
| Haste | Ambiente 2 | 1a | 3a | 2a | 3a | 4a |
| | Ambiente 1 | 4a | 2a | 10b | 5a | 6a |
| Haste+folha | Ambiente 2 | 4a | 3a | 5a | 7a | 8a |
| | Ambiente 1 | 6a | 8a | 19a | 5a | 10a |
| H+F+V | Ambiente 2 | 10a | 16a | 12a | 17a | 19a |
| | Ambiente 1 | 16a | 15a | 46b | 27a | 34a |
| Total | Ambiente 2 | 40a | 25b | 70a | 44a | 57a |
| | Ambiente 1 | 27b | 43a | 31b | 45a | 60a |

*Pares de médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem significativamente pelo teste F a 5% de probabilidade.

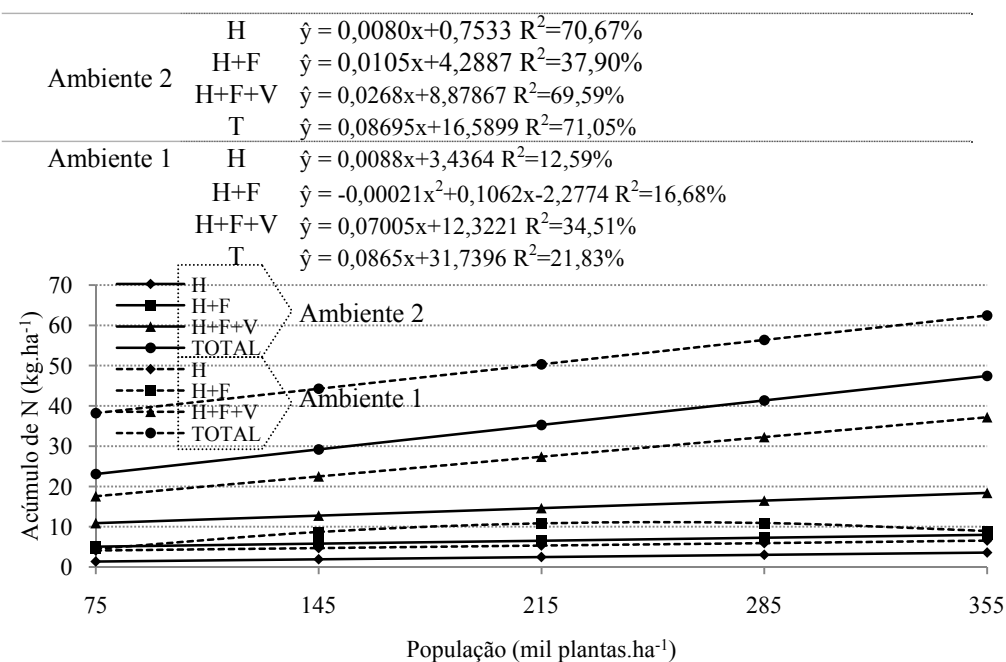


Figura 7 Acúmulo de N ($\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$) da cultivar BRS Radiante em diferentes populações, sob ambiente 1 e ambiente 2, safra primavera-verão 2006/2007. UFPA, 2010

O acúmulo total final de N apresentou-se com superioridade aos resultados obtidos por El-Husny (1992), com a cultivar Carioca, e por Bulisani (1994), com as cultivares Carioca, Goiano Precoce, Bico de Ouro, Rosinha G2 e Rico 23. Essa superioridade, porém não se traduz em acúmulos superiores em todas as partes das plantas, apesar de apresentar-se superior também nos acúmulos finais de N, na maioria das comparações, nas vagens e grãos (BULISANI, 1994; EL-HUSNY, 1992).

3.3 Acúmulo Fósforo

As análises de variância relativas ao acúmulo de P na haste, haste+folha, haste+folha+vagem e total estão resumidas nas Tabelas 3 ANEXO A. Em nenhuma situação houve significância da interação tripla e as demais interações duplas foram sempre significativas.

A marcha de acúmulo de P nas diferentes partes da planta pode ser observada na Figura 8 O ambiente 1 permitiu maior acúmulo total de P, 7,8 kg.ha⁻¹ aos 53 DAE, que o ambiente 2, 6,1 kg.ha⁻¹ aos 73 DAE, onde houve ajuste de equação quadrática.

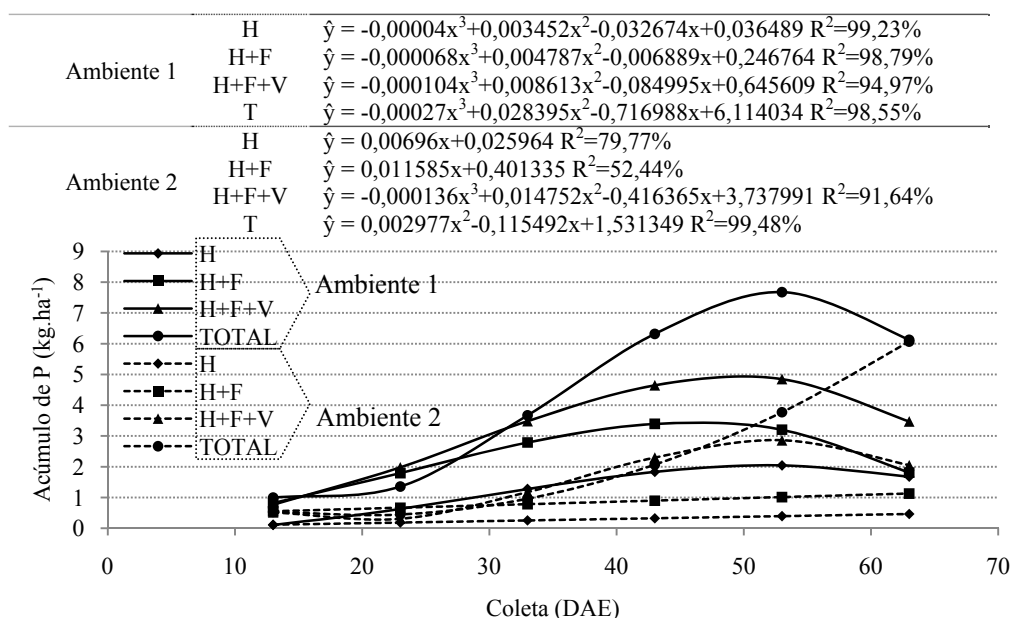


Figura 8 Marcha de acúmulo de Fósforo (kg.ha^{-1}) na parte aérea do feijoeiro cultivar BRS Radiante nos ambientes 1 e 2 no decorrer do ciclo da cultura, safra primavera-verão 2006/2007. UFLA, 2010

Nota-se, portanto, que houve maior acúmulo de P no ambiente 1, onde também acumulou P mais precocemente. Este fato certamente está relacionado ao maior teor de matéria orgânica e umidade no solo do ambiente 1, o que facilita a nutrição fosfatada. O P chega até a rizosfera radicular basicamente por difusão, processo altamente dependente da umidade do solo, que é significativamente superior no ambiente 1 (STONE; SILVEIRA, 1999; TORRES; PEREIRA; FABIAN, 2008).

O acúmulo de P apresentou interação ambiente x população significativa para todas as partes da planta, nos dois ambientes (Tabelas 3 ANEXO A). As equações ajustadas nos respectivos ambientes e parte da planta estão apresentadas na Figura 9.

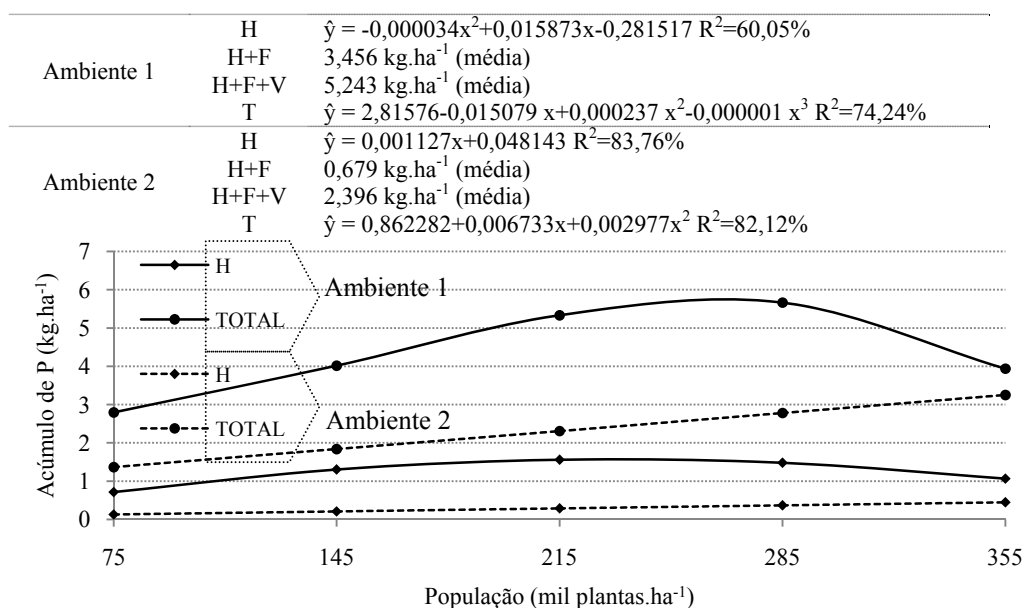


Figura 9 Acúmulo de Fósforo (kg.ha⁻¹) na parte aérea da cultivar BRS Radiante em função de população de plantas dentro de cada ambiente, safra primavera-verão 2006/2007. UFLA, 2010

A cv. BRS Radiante, apresentou ajuste de equações lineares no ambiente 2, com máximo acúmulo na maior população (355 mil plantas.ha⁻¹) chegando a 4 kg.ha⁻¹. Já no ambiente 1, teve ajuste de equações quadráticas (haste e folha) e cúbicas (haste+folha e haste+folha+vagem), apresentando máximo acúmulo de P na população de 240 mil plantas.ha⁻¹, com 6 kg.ha⁻¹ (Figura 9).

Verificou-se, portanto, que o acúmulo foi sempre crescente no ambiente 2, mas no ambiente 1 o acúmulo foi crescente, somente até 240 mil plantas.ha⁻¹, apresentando semelhanças a outros autores, conforme descrito e obtido por Costa (1983), com as cultivares Canário 107 (tipo I), Michoacan 12A3 (II), Negro 150 (IV) e Flor de Mayo X16441 (IV).

O desdobramento da interação população x idade da planta mostrou que o efeito da idade não foi significativo. Os valores médios são apresentados na Tabela 5.

Tabela 5 Valores médios do acúmulo de Fósforo ($\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$) na parte aérea da cultivar BRS Radiante em função de populações e idades da planta, safra primavera-verão 2006/2007. UFLA, 2010

| Parte da planta | População de plantas ($\text{mil plantas}\cdot\text{ha}^{-1}$) | | | | |
|-----------------|--|------|------|------|------|
| | 75 | 145 | 215 | 285 | 355 |
| H | 0,5 | 0,6 | 1,1 | 0,9 | 0,8 |
| H+F | 0,9 | 1,2 | 2,1 | 1,9 | 1,6 |
| H+F+V | 1,5 | 1,9 | 3,0 | 2,9 | 2,6 |
| Total | 8,0 | 10,3 | 15,9 | 14,9 | 13,7 |

Na Figura 10 são apresentados os comportamentos do acúmulo final de P, verificado por ocasião da última coleta, em função das populações, nos dois ambientes. O acúmulo de P foi sempre crescente, sendo que no ambiente 1, onde houve maior crescimento, populações maiores não se traduziram em maior acúmulo de P. Este resultado acompanhou o já descrito para os acúmulos de matéria seca e nitrogênio e é corroborado por Vieira (2006).

Na Tabela 6 observa-se que não houve diferença significativa entre os ambientes na população mais baixa ($75 \text{ mil plantas}\cdot\text{ha}^{-1}$). Entretanto, à medida que se aumentou a população, as diferenças entre os ambientes aumentaram, tornando-se significativas, o ambiente 1 apresentou maior acúmulo de P, também acompanhando, em linhas gerais os comportamentos dos acúmulos de matéria seca e de nitrogênio. Estes resultados são corroborados por outros, obtidos por Vieira (2006).

Tabela 6 Média de acúmulo final de P (kg.ha⁻¹) na cultivar BRS Radiante em diferentes populações, sob ambiente 1 e ambiente 2, safra primavera-verão 2006/2007. UFLA, 2010

| Parte da planta | Ambiente | População de plantas (mil plantas.ha ⁻¹) | | | | |
|-----------------|------------|--|-------|-------|-------|-------|
| | | 75 | 145 | 215 | 285 | 355 |
| H | Ambiente 2 | 0,2a | 0,3a | 0,2a | 0,5a | 0,6a |
| | Ambiente 1 | 1,5b | 0,8a | 3,7b | 0,6a | 1,4a |
| H+F | Ambiente 2 | 0,5a | 0,9a | 0,6a | 1,1a | 1,1a |
| | Ambiente 1 | 1,6a | 0,9a | 4,2b | 0,7a | 1,5a |
| H+F+V | Ambiente 2 | 1,4a | 2,0a | 1,6a | 2,4a | 2,6a |
| | Ambiente 1 | 2,7a | 2,0a | 6,9b | 2,8a | 3,8a |
| Total | Ambiente 2 | 12,8a | 20,1a | 14,4a | 9,9a | 29,7a |
| | Ambiente 1 | 18,7a | 12,8a | 40,3b | 27,6b | 24,2a |

*Pares de médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem significativamente pelo teste F a 5% de probabilidade.

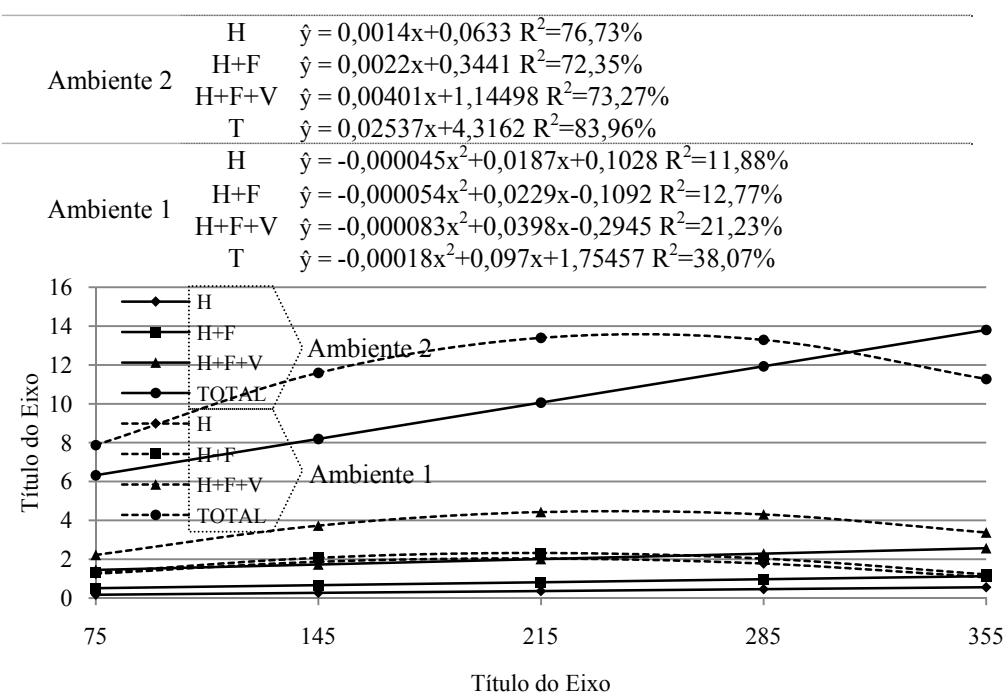


Figura 10 Acúmulo de P (kg.ha⁻¹) da cultivar BRS Radiante em diferentes populações, sob ambiente 1 e ambiente 2, safra primavera-verão 2006/2007. UFLA, 2010

Os acúmulos finais de P apresentaram-se, com muita semelhança, mas sendo superado, não raras ocasiões, pelos resultados obtidos por Bulisani (1994) e El-Husny (1992).

3.4 Acúmulo Potássio

As análises de variância relativas ao acúmulo de K na haste, haste+folha, haste+folha+vagem e total estão resumidas nas Tabelas 4 ANEXO A. Em nenhuma situação houve significância da interação tripla. As demais interações duplas foram significativas.

O acúmulo de K em todas partes da planta, apresentou significância da interação ambiente x idade da planta, nos dois ambientes (Figura 11). O acúmulo total de K atingiu o ápice no ambiente de semeadura direta aos 53 DAE, com 34 kg.ha⁻¹ e, no ambiente 2, aos 47 DAE, com 52 kg.ha⁻¹, com equação linear ascendente.

Verifica-se, portanto, que assim como aconteceu para N e P apresentaram maior acúmulo total de K no ambiente 1, em comparação ao ambiente 2 Este resultado está associado ao elevado teor de K na palhada do ambiente 1 e à maior CTC do solo, decorrente do maior teor de matéria orgânica.

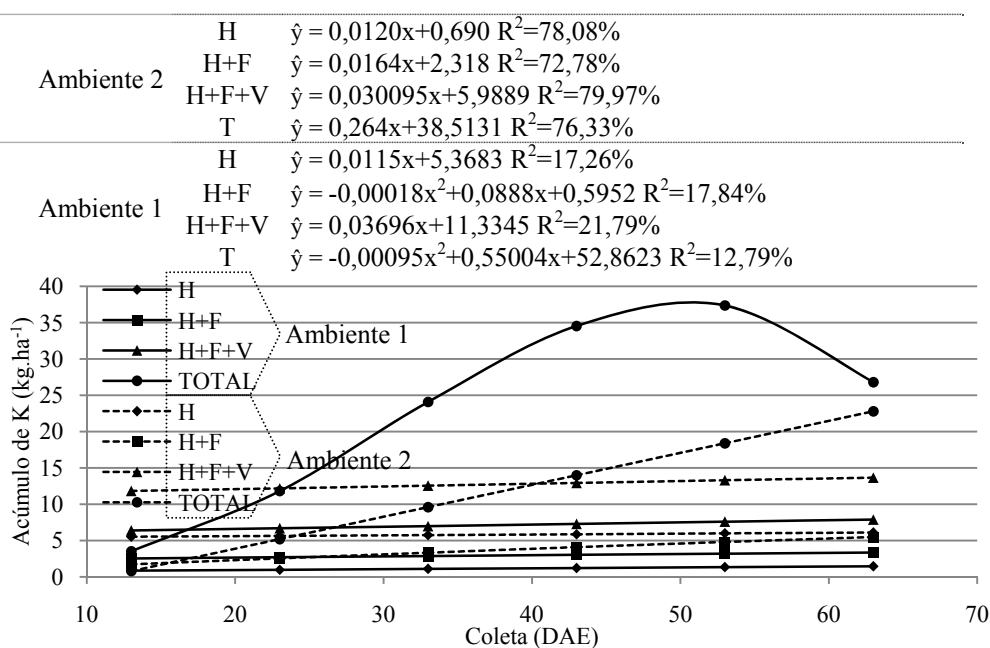


Figura 11 Acúmulo de K ($\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$) da cultivar BRS Radiante em diferentes populações, sob ambiente 1 e ambiente 2, safra primavera-verão 2006/2007. UFLA, 2010

A cv. BRS Radiante apresentou, na interação ambiente x população do ambiente 2, somente equações lineares, sugerindo acúmulos de K total que poderiam exceder os $23 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ alcançados na população de 355 mil plantas. ha^{-1} . No ambiente 1 alcançou máximo acúmulo total de K na população de 251 mil plantas. ha^{-1} , com $38 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$. Para haste, haste+folha e haste+folha+vagem, as equações foram cúbicas (Figura 12).

Com relação à interação população x idade da planta, somente a cultivar Bolinha apresentou significância (haste, haste+folha e total).

A interação significativa sugere que nesta cultivar o acúmulo de K variou com a população de plantas, o que pode ser observado na Tabela 7. É possível verificar que, de maneira geral, o incremento da população antecipou o máximo acúmulo de K, pelo menos nos diferentes órgãos da planta.

Tabela 7 Valores médios de acúmulo de Potássio ($\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$) na parte aérea da cultivar BRS Radiante em função de população e partes da planta, safra primavera-verão 2006/2007. UFLA, 2010

| Parte da planta | População de plantas ($\text{mil plantas}\cdot\text{ha}^{-1}$) | | | | |
|-----------------|--|------|------|------|------|
| | 75 | 145 | 215 | 285 | 355 |
| H | 3,1 | 3,3 | 5,2 | 5,9 | 4,9 |
| H+F | 6,7 | 8,4 | 13,7 | 13,8 | 11,4 |
| H+F+V | 9,0 | 11,4 | 17,7 | 18,0 | 16,0 |
| Total | 42,2 | 53,1 | 78,1 | 75,7 | 74,6 |

Na Figura 12 é apresentado o acúmulo final de K verificado por ocasião da última coleta, em função das populações, nos dois ambientes. Pode-se observar que o acúmulo de K foi crescente e predominantemente linear, no ambiente 2, e com ajuste cúbico no ambiente 1.

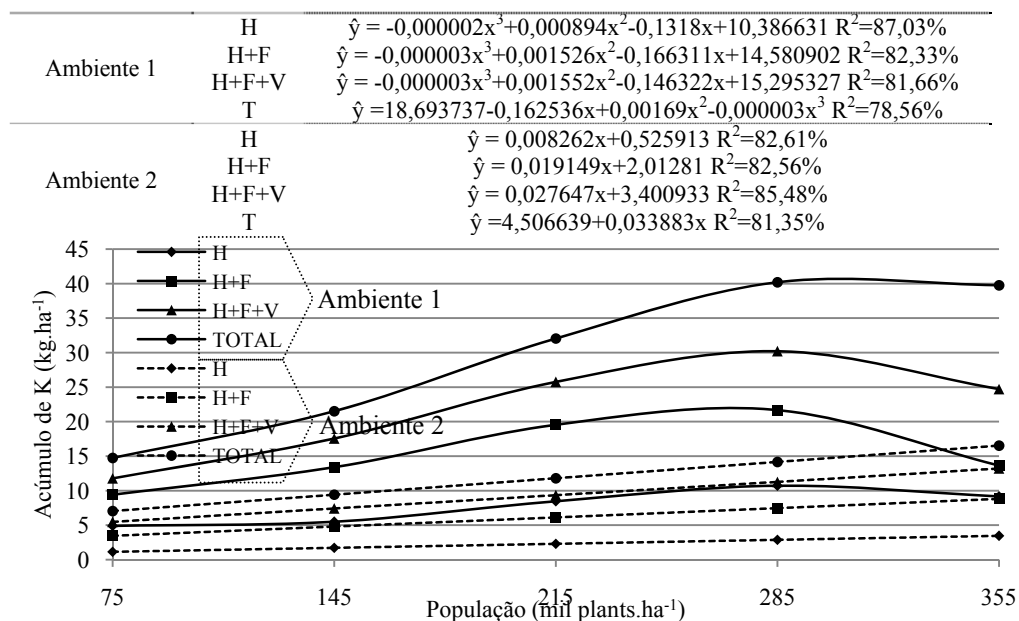


Figura 12 Acúmulo de Potássio ($\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$) na parte aérea da cultivar BRS Radiante em função de população de plantas dentro de cada ambiente, safra primavera-verão 2006/2007. UFLA, 2010

Os resultados apresentaram máximo acúmulo final de K em populações de 250 a 285 mil plantas.ha⁻¹. Esse comportamento mostrou-se compatível com o já apresentado para matéria seca, N e P. Este resultado confirma que cultivares de feijoeiro de hábito de crescimento do tipo I, como a BRS Radiante, apresentam mais precocemente um ponto de equilíbrio além do qual o aumento de população não mais representa aumento do acúmulo de matéria seca e de macronutrientes por área.

Na Tabela 8 observa-se que não houve diferença significativa entre os ambientes na população menor (75mil plantas.ha⁻¹). Entretanto, à medida que se incrementou a população, as diferenças passaram a ser significativas. Na maioria dos casos de significância os maiores acúmulos de K apresentados ocorreram no ambiente 1, e sempre acompanhando o comportamento do acúmulo de matéria seca, nitrogênio e fósforo. Resultados esses, que concordam com Vieira (2009).

Tabela 8 Média de acúmulo de K (kg.ha⁻¹) da cultivar BRS Radiante, em diferentes populações, sob ambiente 1 e ambiente 2, safra primavera-verão 2006/2007. UFLA, 2010

| Parte da planta | Ambiente | População de plantas (mil plantas.ha ⁻¹) | | | | |
|-----------------|------------|--|-------|-------|-------|-------|
| | | 75 | 145 | 215 | 285 | 355 |
| Haste | Ambiente 2 | 1,6a | 3,1a | 2,1a | 4,3a | 5,2a |
| | Ambiente 1 | 6,4b | 4,0a | 12,4b | 7,9a | 8,5a |
| Haste+folha | Ambiente 2 | 3,1a | 6,2a | 4,4a | 7,4a | 8,2a |
| | Ambiente 1 | 7,8a | 4,5a | 18,2b | 8,1a | 10,6a |
| H+F+V | Ambiente 2 | 7,7a | 12,6a | 10,1a | 14,9a | 17,0a |
| | Ambiente 1 | 12,9a | 10,7a | 32,7b | 17,7a | 22,4a |
| Total | Ambiente 2 | 14,2a | 14,6a | 17,6a | 27,0a | 33,8a |
| | Ambiente 1 | 21,8a | 23,9a | 41,8a | 24,8a | 31,0a |

Médias seguidas de mesma letra são semelhantes sob o teste F a 5% de variância entre os ambientes, em cada parte da planta.

Os acúmulos finais de K apresentou-se, em todas partes da planta, com inferioridade aos resultados obtidos por Bulisani (1994) e El-Husny (1992).

3.5 Acúmulo Cálcio

As análises de variância relativas ao acúmulo de Ca na haste, haste+folha, haste+folha+vagem e total, podem ser visualizadas nos resumos apresentados na Tabelas 5 ANEXO A . Verifica-se que não houve significância da interação tripla, e as interações ambiente x população e ambiente x idade da planta foram significativas.

A marcha de acúmulo de Ca está representada na Figura 13, onde a interação ambiente x idade da planta foi significativa na haste com equação linear, para o ambiente 1, e equação quadrática no ambiente 2. O acúmulo de Ca médio no ambiente 1 foi de 45 kg.ha^{-1} e no ambiente 2, 36 kg.ha^{-1} .

Deve ser observado que houve maior acúmulo de Ca no ambiente 1. Este resultado já havia sido constatado não só para o acúmulo de matéria seca da parte aérea, mas também para o acúmulo de N, P e K.

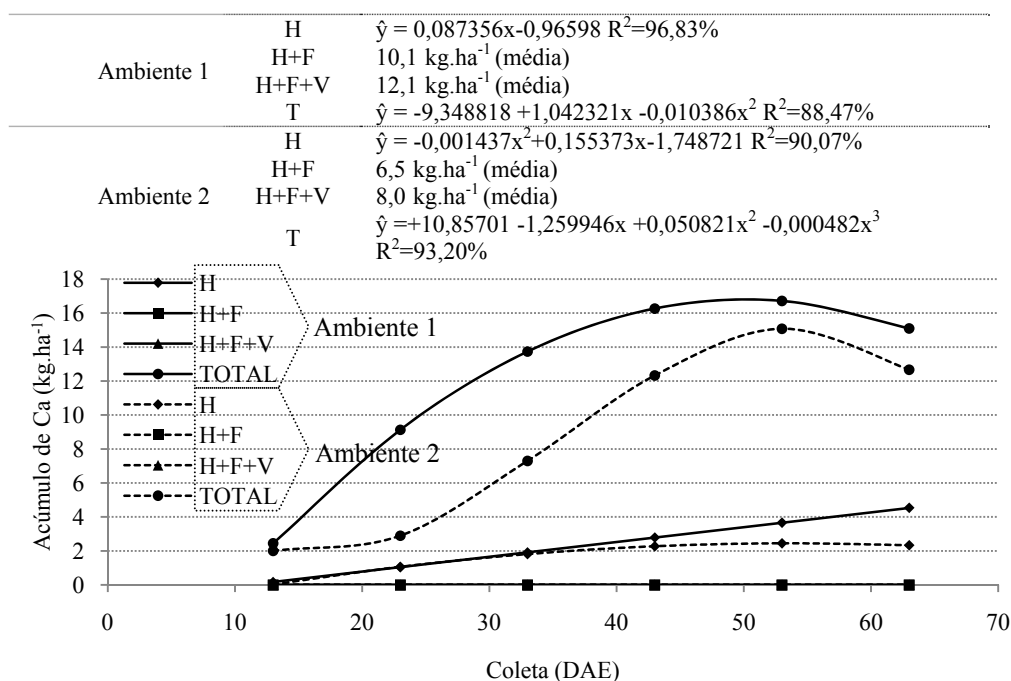


Figura 13 Marcha de acúmulo de Cálcio ($\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$) na parte aérea do feijoeiro cultivar BRS Radiante nos ambientes 1 e 2 no decorrer do ciclo da cultura, safra primavera-verão 2006/2007. UFLA, 2010

No ambiente 2, o acúmulo máximo de Ca deu-se na população de 355 mil plantas. ha^{-1} , com 48 $\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$. No ambiente 1 esse ápice ocorreu na população de 254 mil plantas. ha^{-1} , com 55 $\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ (Figura 14).

Depreende-se, portanto, que, de maneira geral, quanto maior a população de plantas, maior o acúmulo de Ca na parte aérea dos feijoeiros.

Os valores médios de acúmulo de Ca da cultivar BRS Radiante, em função das populações de planta podem ser observados na Tabela 9.

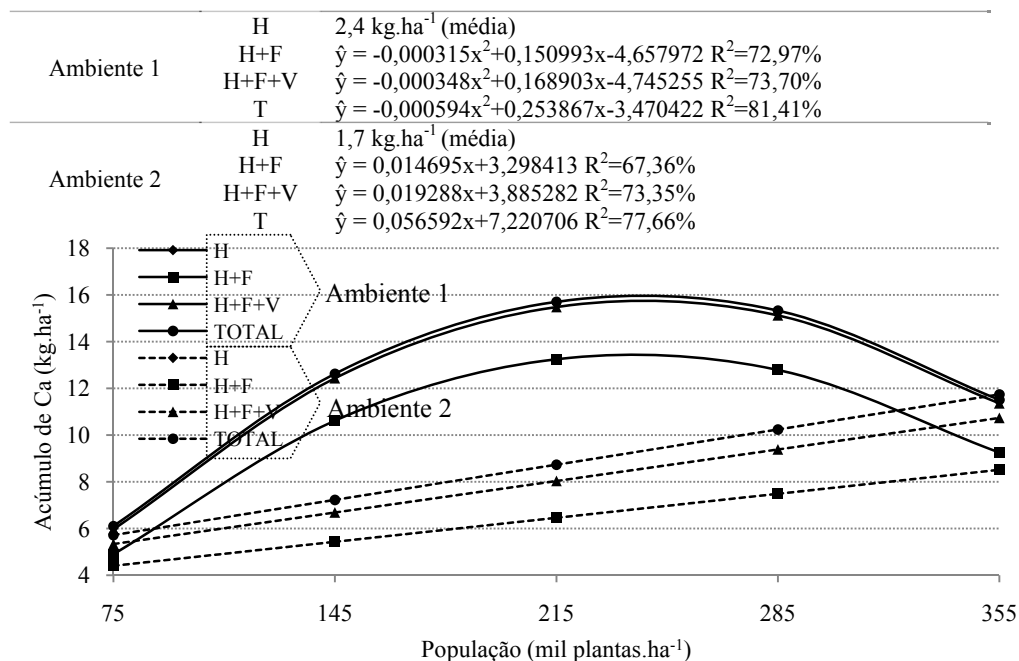


Figura 14 Acúmulo de Cálcio (kg.ha⁻¹) na parte aérea da cultivar BRS Radiante em função de população de plantas dentro de cada ambiente, safra primavera-verão 2006/2007. UFLA, 2010

Tabela 9 Valore médios de acúmulo de Cálcio (kg.ha⁻¹) na parte aérea da cultivar BRS Radiante em função da população e partes da planta, safra primavera-verão 2006/2007. UFLA, 2010

| Parte da planta | População de plantas (mil plantas.ha ⁻¹) | | | | |
|-----------------|--|-----|-----|-----|-----|
| | 75 | 145 | 215 | 285 | 355 |
| H | 1 | 2 | 2 | 3 | 3 |
| H+F | 5 | 7 | 10 | 10 | 9 |
| H+F+V | 6 | 9 | 12 | 12 | 11 |
| Total | 27 | 35 | 46 | 46 | 49 |

Conforme na Tabela 9, o comportamento do acúmulo de Ca não foi diferenciado em cada população de plantas, mas houve acréscimo do acúmulo com o incremento da população.

Na Figura 15 é apresentado o comportamento do acúmulo final de Ca, verificado por ocasião da última coleta, em função das populações, nos dois ambientes. O acúmulo de Ca foi sempre crescente.

Na Tabela 10 são apresentados os valores médios do acúmulo final de Ca em função de parte da planta e ambiente de plantio.

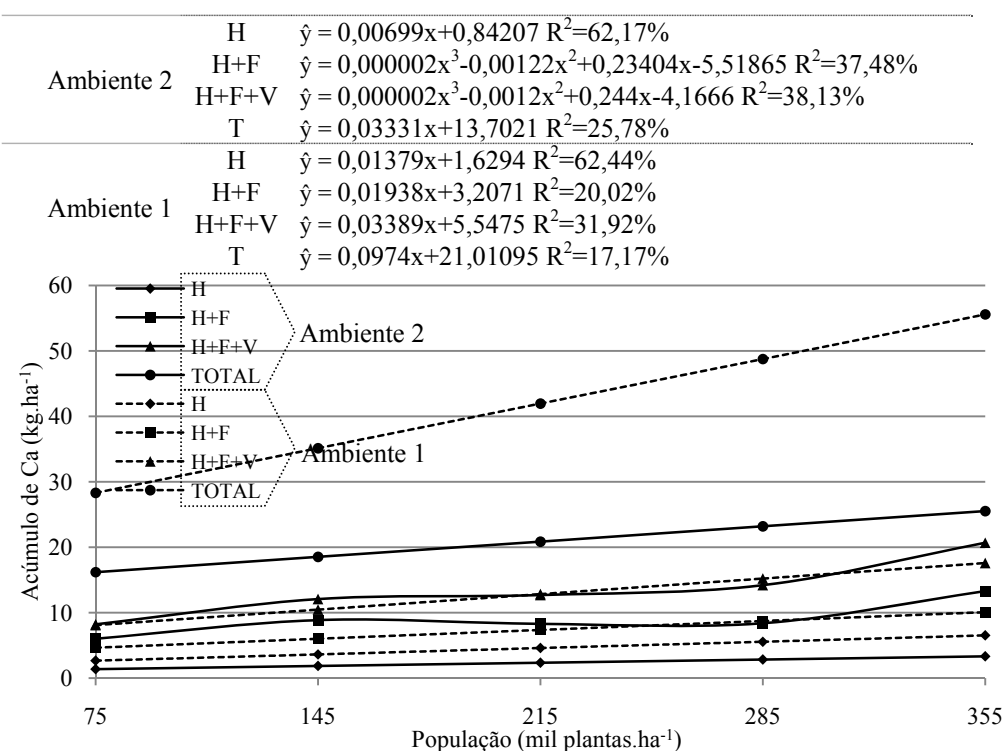


Figura 15 Acúmulo final de Ca (kg.ha^{-1}) da cultivar BRS Radiante em diferentes populações, sob ambiente 1 e ambiente 2, safra primavera-verão 2006/2007. UFLA, 2010

Tabela 10 Valores médios de acúmulo final de Ca ($\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$) na cultivar BRS Radiante em função de população e ambientes, safra primavera-verão 2006/2007. UFLA, 2010

| Parte da planta | Ambiente | População de plantas (mil plantas. ha^{-1}) | | | | |
|-----------------|------------|---|-------|--------|-------|--------|
| | | 75 | 145 | 215 | 285 | 355 |
| Haste | Ambiente 2 | 1,4a | 2,3a | 1,3a | 3,2a | 3,4a |
| | Ambiente 1 | 3,2a | 2,4a | 6,0b | 4,4a | 7,0b |
| Haste+folha | Ambiente 2 | 5,6a | 10,0a | 4,8a | 7,0a | 7,4a |
| | Ambiente 1 | 4,5a | 3,0a | 14,3a | 4,7a | 10,5a |
| H+F+V | Ambiente 2 | 7,5a | 12,6a | 7,1a | 10,3a | 10,8a |
| | Ambiente 1 | 7,5a | 6,8a | 21,9b | 10,3a | 17,6a |
| Total | Ambiente 2 | 54,6a | 91,4b | 49,9a | 80,1a | 92,9a |
| | Ambiente 1 | 59,8a | 41,7a | 134,3b | 45,7a | 112,8a |

Médias seguidas de mesma letra são semelhantes sob o teste F a 5% de variância entre os ambientes, em cada parte da planta.

Em comparação aos resultados obtidos por Bulisani (1994) e El-Husny (1992), a cultivar BRS Radiante, no presente trabalho, apresentou acúmulos finais de Ca superiores aos das cultivares Carioca, Bico de Ouro, Goiano Precoce, Rico 23 e Rosinha G2 (Bulisani, 1994) e Carioca (El-Husny, 1992), principalmente nos grãos e na parte aérea total

3.6 Acúmulo Magnésio

As análises de variância relativas ao acúmulo de Mg na haste, haste+folha, haste+folha+vagem e total estão resumidas na Tabela 6 ANEXO A. Em nenhuma situação houve significância da interação tripla e as interações duplas foram sempre significativas, exceto população x idade da planta em haste, haste+folha e haste+folha+vagem.

A marcha de cúmulo de Mg para a cultivar BRS Radiante está apresentada na Figura 16 No ambiente 1, o máximo acúmulo deu-se aos 56 DAE, com $26 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$. Aos 73 DAE, com $20 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ no ambiente 2

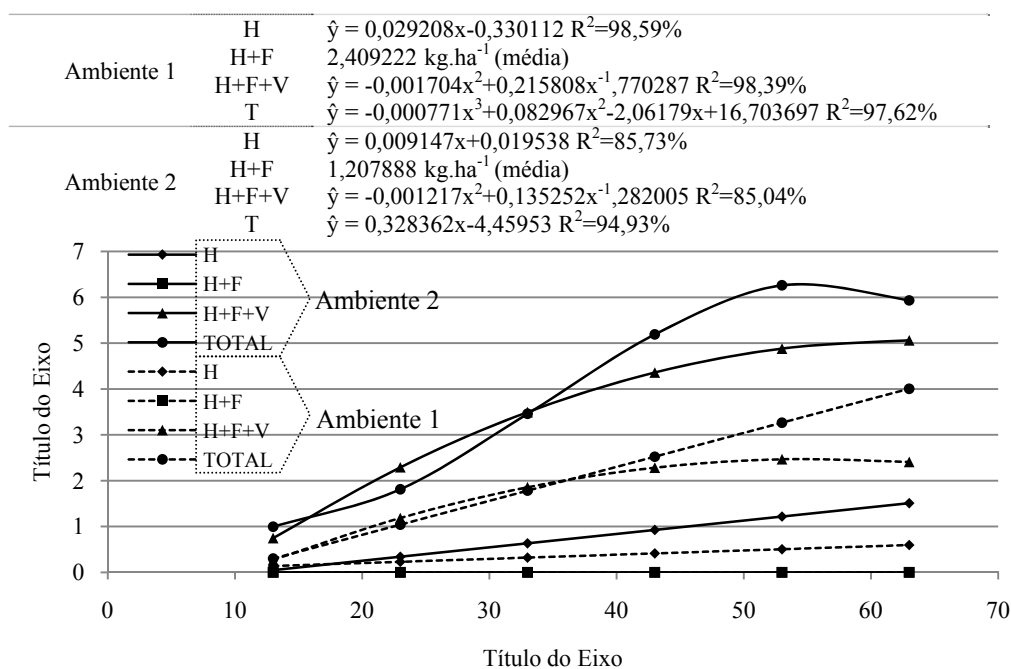


Figura 16 Marcha de acúmulo de Magnésio ($\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$) na parte aérea do feijoeiro cultivar BRS Radiante nos ambientes 1 e 2 no decorrer do ciclo da cultura, safra primavera-verão 2006/2007. UFLA, 2010

Observa-se que houve maior acúmulo de Mg no ambiente 1, resultado que já foi constatado para acúmulo de MS, N, P, K e Ca.

O desdobramento da interação ambiente x população está apresentado na Figura 17.

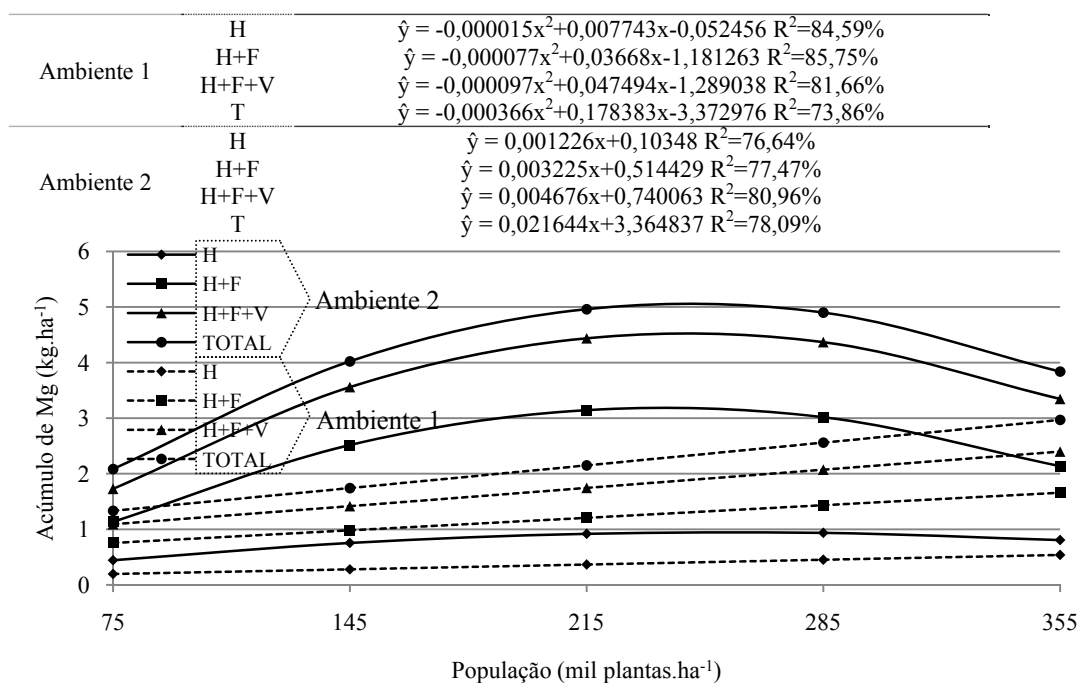


Figura 17 Acúmulo de Magnésio (kg.ha^{-1}) na parte aérea da cultivar BRS Radiante em função de população de plantas dentro de cada ambiente, safra primavera-verão 2006/2007. UFLA, 2010

De maneira geral, portanto, à medida que se aumenta a população, aumenta o acúmulo de magnésio.

A interação população x idade da planta não foi significativa, e os valores médios podem ser observados na Tabela 11, onde verifica-se que o acúmulo de Mg em função das populações. Semelhantemente ao ocorrido nos acúmulos de matéria seca, nitrogênio, fósforo, potássio e cálcio o comportamento do acúmulo de Mg em função da população de plantas aumentou conforme acrescida a população.

Tabela 11 Média de acúmulo de Magnésio ($\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$) na parte aérea da cultivar BRS Radiante referente em função de idade da planta dentro de cada população de plantas, safra primavera-verão 2006/2007. UFLA, 2010

| Parte da planta | População de plantas ($\text{mil plantas}\cdot\text{ha}^{-1}$) | | | | |
|-----------------|--|-----|------|------|------|
| | 75 | 145 | 215 | 285 | 355 |
| H | 0,3 | 0,5 | 0,6 | 0,7 | 0,7 |
| H+F | 1,0 | 1,6 | 2,3 | 2,2 | 2,0 |
| H+F+V | 1,5 | 2,2 | 3,2 | 3,1 | 2,9 |
| Total | 7,0 | 9,8 | 13,7 | 12,9 | 12,9 |

Na Figura 18 é apresentado o comportamento do acúmulo final de Mg em função das populações, nos dois ambientes.

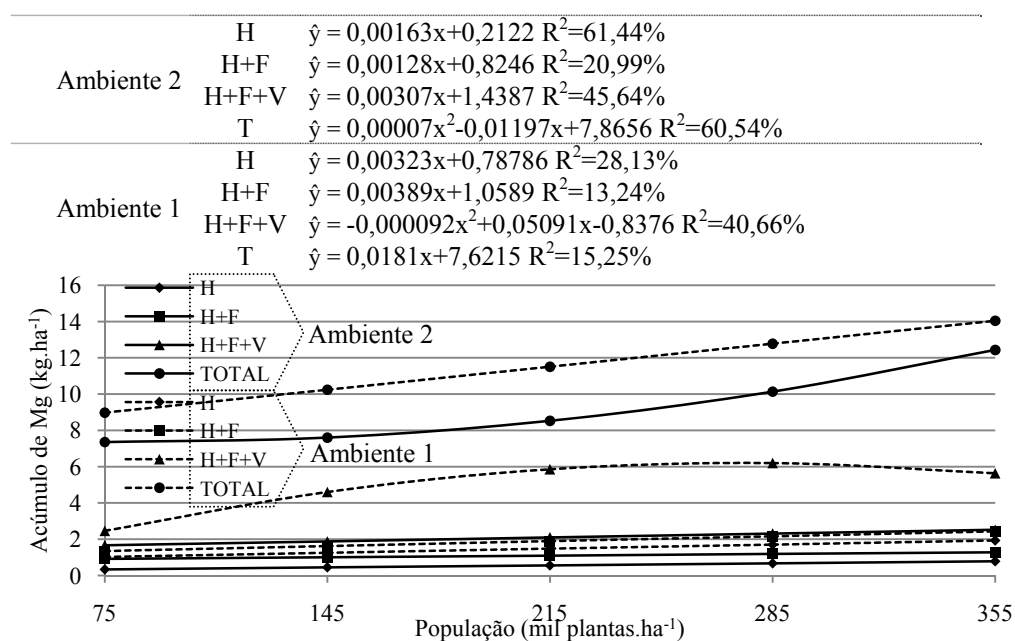


Figura 18 Acúmulo de Mg ($\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$) da cultivar BRS Radiante em diferentes populações, sob ambiente 1 e ambiente 2, safra primavera-verão 2006/2007. UFLA, 2010

Na Tabela 12 são apresentados os valores médios do acúmulo final de Mg em função de parte da planta e ambiente de plantio.

Tabela 12 Valores médios do acúmulo final de Mg ($\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$) da cultivar BRS Radiante em função de populações, sob ambiente 1 e ambiente 2, safra primavera-verão 2006/2007. UFLA, 2010

| Parte da planta | Ambiente | População de plantas ($\text{mil plantas}\cdot\text{ha}^{-1}$) | | | | |
|-----------------|------------|--|-------|-------|-------|-------|
| | | 75 | 145 | 215 | 285 | 355 |
| H | Ambiente 2 | 0,4a | 0,5a | 0,3a | 0,7a | 0,9a |
| | Ambiente 1 | 1,0a | 0,9a | 2,4b | 1,2a | 1,9b |
| H+F | Ambiente 2 | 0,8a | 1,4a | 0,7a | 1,2a | 1,4a |
| | Ambiente 1 | 1,1a | 1,0a | 3,8b | 1,3a | 2,3a |
| H+F+V | Ambiente 2 | 1,6a | 2,3a | 1,5a | 2,4a | 2,6a |
| | Ambiente 1 | 2,8a | 3,0a | 8,4b | 4,3a | 6,1b |
| Total | Ambiente 2 | 11,9a | 17,8a | 11,2a | 18,8a | 22,5a |
| | Ambiente 1 | 16,4a | 13,7a | 39,3b | 16,4a | 28,4a |

Médias seguidas de mesma letra são semelhantes sob o teste F a 5% de variância entre os ambientes, em cada parte da planta.

Da mesma forma que o acúmulo final de MS, N, P, K e Ca, o acúmulo final de Mg apresentou-se com divergências entre os ambientes, a partir das populações maiores que 145 mil plantas. ha^{-1} . Com superioridade por parte do ambiente 1.

O acúmulo final de Mg apresentou-se com tendência de superioridade em todas as partes das plantas, à exceção de haste+folha, em se comparando com as cultivares Carioca, Bico de Ouro, Goiano Precoce, Rico 23 e Rosinha G2 (BULISANI, 1994) e Carioca (EL-HUSNY 1992), as quais apresentaram maiores valores no acúmulo de Mg final superiores apenas nas vagens.

3.7 Acúmulo Enxofre

As análises de variância relativas ao acúmulo de S na haste, haste+folha, haste+folha+vagem e total estão resumidas nas Tabelas 7 ANEXO A. Em nenhuma situação houve significância da interação tripla e as demais interações duplas foram significativas, exceto população x idade da planta.

No ambiente 1, bem como no ambiente 2, houve efeito significativo da idade da planta. O ambiente 2 teve máximo acúmulo total de S, ainda ascendente, aos 73 DAE, com 12 kg.ha^{-1} . O máximo acúmulo total de S do ambiente 1 ocorreu aos 54 DAE, com 11 kg.ha^{-1} (Figura 19).

Da mesma forma já observada para os demais macronutrientes, verifica-se, pois, que o acúmulo total de S foi superior no ambiente 1, quando comparado ao acúmulo no ambiente 2

O desdobramento da interação ambiente x população mostrou efeito significativo das populações em todas as partes da planta, nos dois ambientes, conforme é apresentado na Figura 20.

Na cv. BRS Radiante, o efeito das populações foi linear no ambiente 2, sugerindo acúmulos de S total ainda maiores caso a população fosse maior. O valor alcançado foi $7,5 \text{ kg.ha}^{-1}$, na população de 355 mil plantas. ha^{-1} . No ambiente 1 o máximo acúmulo total de S ocorreu na população de 240 mil plantas. ha^{-1} com $8,6 \text{ kg.ha}^{-1}$, em ajuste quadrático (Figura 20).

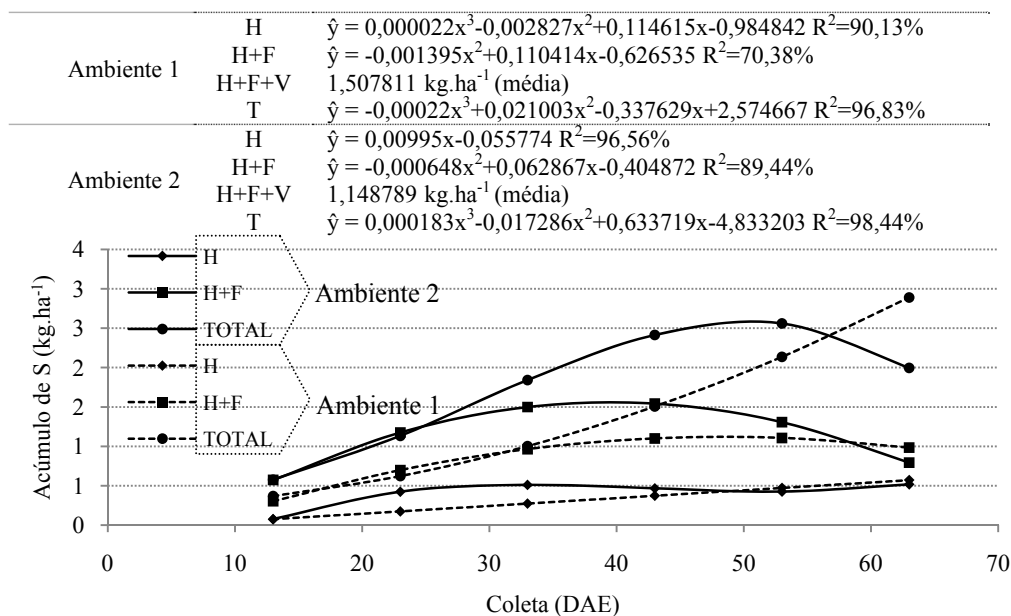


Figura 19 Marcha de acúmulo de Enxofre (kg.ha⁻¹) na parte aérea do feijoeiro cultivar BRS Radiante nos ambientes 1 e 2 no decorrer do ciclo da cultura, safra primavera-verão 2006/2007. UFLA, 2010

Verifica-se portanto que, de maneira geral, quanto maior a população, maior o acúmulo de S na parte aérea do feijoeiro.

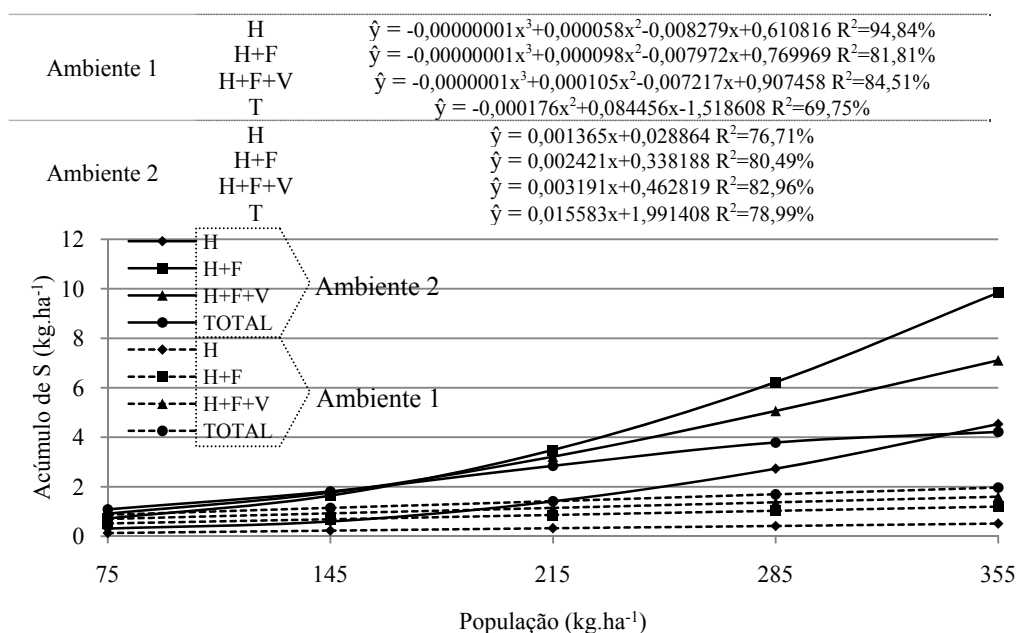


Figura 20 Equações das curvas ajustadas de acúmulo de Enxofre (kg.ha^{-1}) na parte aérea da cultivar BRS Radiante em função de população e partes da planta dentro de cada ambiente, safra primavera-verão 2006/2007. UFLA, 2010

O comportamento do acúmulo total de S apresentou-se de forma diferenciada em relação ao acúmulo de MS, N, P, K, Ca e Mg, uma vez que apresentou o ambiente 2 sobressaindo-se ao ambiente 1 no final do ciclo.

Os valores médios de acúmulo de S, em função das populações podem ser observados na Tabela 13 O comportamento quanto ao acúmulo de S não foi diferenciado em cada população, mas houve acréscimo no acúmulo com incremento da população.

Tabela 13 Valores médios de acúmulo de Enxofre ($\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$) na parte aérea da cultivar BRS Radiante em função de idade da planta dentro de cada população de plantas, safra primavera-verão 2006/2007. UFLA, 2010

| Parte da planta | População de plantas ($\text{mil plantas}\cdot\text{ha}^{-1}$) | | | | |
|-----------------|--|-----|-----|-----|-----|
| | 75 | 145 | 215 | 285 | 355 |
| H | 0,2 | 0,3 | 0,4 | 0,5 | 0,4 |
| H+F | 0,6 | 0,8 | 1,2 | 1,3 | 1,1 |
| H+F+V | 1,1 | 1,5 | 1,6 | 1,7 | 1,5 |
| Total | 3,9 | 5,1 | 6,9 | 7,4 | 7,0 |

Na Figura 21 é apontado o comportamento do acúmulo final de S, verificado por ocasião da última coleta, em função das populações, nos dois ambientes. No ambiente 1, o acúmulo total de S apresentou pontos de máximo entre 215 e 285 mil plantas. ha^{-1} .

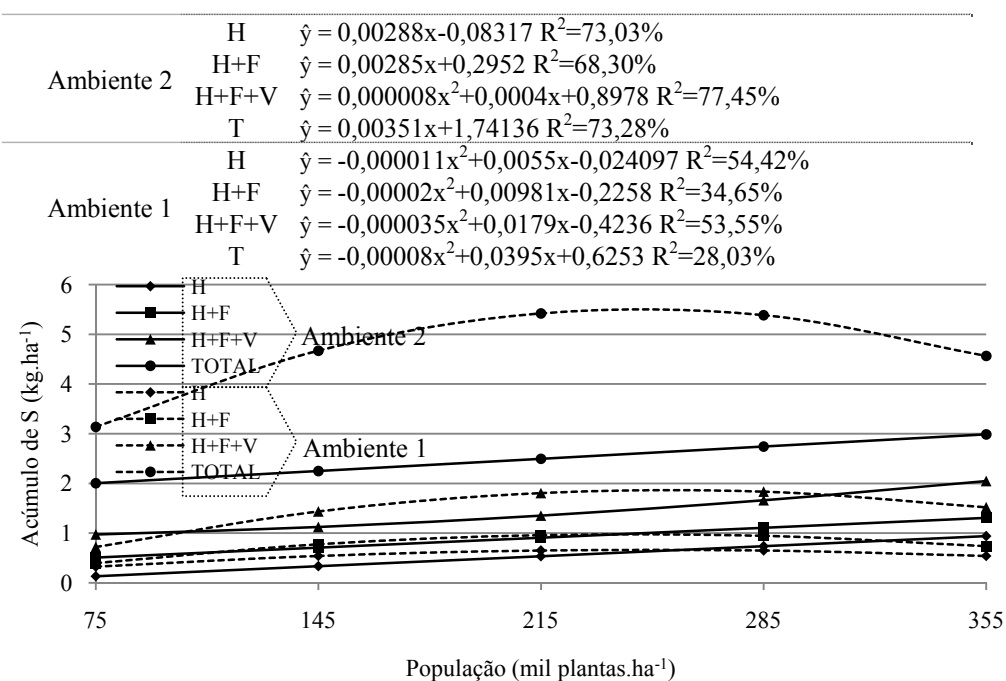


Figura 21 Acúmulo de S ($\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$) da cultivar BRS Radiante em diferentes populações, sob ambiente 1 e ambiente 2, safra primavera-verão 2006/2007. UFLA, 2010

Na Tabela 14 são apresentados os valores médios do acúmulo final de S em função de parte da planta e ambiente.

O acúmulo final de S apresentou-se de maneira diferenciada. As diferenças entre ambientes foi observada nas populações mais altas, na qual o ambiente 2 apresentou maiores acúmulos totais de S (Tabela 14).

Tabela 14 Valores médios de acúmulo final de S ($\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$) da cultivar BRS Radiante em diferentes populações, sob ambiente 1 e ambiente 2, safra primavera-verão 2006/2007. UFLA, 2010

| Parte da planta | Ambiente | População de plantas ($\text{mil plantas}\cdot\text{ha}^{-1}$) | | | | |
|-----------------|----------|--|------|------|------|------|
| | | 75 | 145 | 215 | 285 | 355 |
| H | Ambiente | 0,2a | 0,4a | 0,2a | 1,0a | 0,9b |
| | Ambiente | 0,4a | 0,3a | 0,8b | 0,7a | 0,5a |
| H+F | Ambiente | 0,5a | 0,8a | 0,6a | 1,3a | 1,3a |
| | Ambiente | 0,5a | 0,4a | 1,4a | 0,7a | 0,7a |
| H+F+V | Ambiente | 0,9a | 1,3a | 1,0a | 1,9a | 2,0a |
| | Ambiente | 0,9a | 0,9a | 2,4b | 1,6a | 1,6a |
| Total | Ambiente | 1,9a | 2,9a | 1,9b | 3,5a | 4,4a |
| | Ambiente | 1,5a | 1,1b | 3,0a | 2,1b | 2,0b |

Médias seguidas de mesma letra são semelhantes sob o teste F a 5% de variância entre os ambientes, em cada parte da planta.

Observando, conforme a Tabela 14, os acúmulos finais de S em função do ambiente na haste, haste+folha, haste+folha+vagem e total, as populações maiores apresentaram diferenças entre os ambientes, devendo-se ênfase, que o ambiente 2 superou o ambiente 1 salvo exceções. Este comportamento apresentou-se avesso aos acúmulos de matéria seca, N, P, K, Ca e Mg finais.

O acúmulo final de S apresentou-se com valores, quando não semelhantes, inferiores aos resultados obtidos por El-Husny (1992).

4 CONCLUSÕES

O acúmulo total de matéria seca apresenta-se de maneira ascendente no decorrer do ciclo da cultura.

Os acúmulos de nitrogênio, fósforo, potássio, cálcio, magnésio e enxofre apresentam-se em ascensão conforme aumenta a idade da planta.

O aumento da densidade populacional acima dos 285 mil plantas.ha⁻¹ incrementa o acúmulo de macronutrientes.

De maneira geral, os acúmulos de nitrogênio, fósforo, potássio, cálcio, magnésio e enxofre apresentaram-se com superioridade do ambiente 1, em relação ao ambiente 2.

REFERÊNCIAS

ALVAREZ V., V.H.; NOVAIS, R.F.; BARROS, N.F.; CANTARUTTI, R.B.; LOPES, A.S. Interpretação dos resultados das análises de solos. In: RIBEIRO, A.C.; GUIMARÃES, P.T.G.; ALVAREZ V., V.H. (Ed.). **Recomendações para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais: 5ª Aproximação**. Viçosa, MG: Comissão de Fertilidade do Solo do Estado de Minas Gerais, p. 25-32. 1999.

ALVAREZ V., V.H.; RIBEIRO, A.C. Calagem. In: RIBEIRO, A.C.; GUIMARÃES, P.T.G.; ALVAREZ V.H. (ed.). **Recomendações para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais - 5ª Aproximação**. CFSEMG, Viçosa, MG. p. 43-60. 1999.

ALVES JÚNIOR J. **Adubação nitrogenada na cultura do feijoeiro cv. BRS-MG Talismã no ambiente 1 e ambiente 2**. Lavras: UFLA, 2007. 61p. Dissertação (Mestrado).

ANDRADE, C. A. B. de; FAQUIN, V.; FURTINI NETO, A. E.; ANDRADE, A. T.; ARNEIRO, R. F. V. Nutrição mineral do feijoeiro cultivado em solos de várzea do Sul de Minas Gerais. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 24, n. 4, p. 947-956. 2000.

ANDRADE, M.J.B.; CARVALHO, A.J.; VIEIRA, N.M.B. Condições edafoclimáticas. In: VIEIRA, C.; PAULA JÚNIOR, T.J.; BORÉM, A. **Feijão**. 2.ed. Viçosa, MG: UFV, 2006. p. 67-86.

ARAÚJO, G.A.A.; VIEIRA, C.; MIRANDA, G.V. Efeito da época de aplicação do adubo nitrogenado em cobertura sobre o rendimento do feijão no período de outono-inverno. **Revista Ceres**. Viçosa, v,41, n,236, p,442-450, jul./ago. 1994.

ARF, O.; TOLEDO, A.R.M.; BUZETTI, S.; SÁ, M.E.; FUJIWARA, R.H. Estudo de espaçamentos e densidades na cultura do feijoeiro (*Phaseolus vulgaris* L.) II: Adubação em função da população de plantas. In: REUNIÃO NACIONAL DE PESQUISA DE FEIJÃO, 3, Vitória. **Anais...** Vitória: EMCAPA, 1990. p. 189. (EMCAPA. Documentos, 62).

BANZATTO, D.A. & KRONKA, S.N. **Experimentação Agrícola**. 3.ed. FUNEP, Jaboticabal, SP. 1995. 247p.

BENNETT, J.P.; ADAMS, M.W.; BURGA, C. Pod yield component variation and intercorrelation in *Phaseolus vulgaris* L. as affected by planting density. **Crop Science**, Madison, v. 17, p. 73-5, 1977.

BRANDES, D. **Análise de crescimento do feijoeiro (*Phaseolus vulgaris* L.), efeito da densidade e da época de plantio**. 1971. 109 p. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia)-Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG.

BULISANI, E.A. **Crescimento e absorção de nutrientes em cinco cultivares de feijoeiro (*Phaseolus vulgaris* L.)**. 150 p. 1994. Tese (Doutorado em Fitotecnia)-Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba, SP.

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. Feijão. In: RIBEIRO, A.C.; GUIMARÃES, P.T.G.; ALVAREZ V.; V.H. (Ed.). **Recomendações para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais: 5ª aproximação**. Viçosa, MG: Comissão de Fertilidade do Solo do Estado de Minas Gerais, 1999. p. 306-307.

COBRA NETTO, A. **Nutrição mineral do feijoeiro (*Phaseolus vulgaris* L.)**. 1967. 91 p. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia)-Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba, SP.

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'**, Piracicaba, v,28, p. 257-274, 1971.

EL-HUSNY, J.C. **Limitações nutricionais pra a cultura do feijoeiro (*Phaseolus vulgaris* L.) em um solo do Norte de Minas Gerais**. 1992. 151 p. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia)-Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG.

EMBRAPA ARROZ E FEIJÃO. Sistemas de manejo. Disponível em: <<http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Feijao/FeijaoPrimSegSafrasulMG/cultivares.htm#ec>>. Acesso em 20 de Março de 2009.

FARIA, R.T. Espaçamento e densidade. In: INSTITUTO AGRONÔMICO DO PARANÁ. **Cultura do feijão no Estado do Paraná**. Londrina: IAPAR, 1980. p,25-26. (Circular Técnica, 18).

FERNANDES, M.I.P.S. **Efeito da variação de estande dos experimentos com a cultura do feijoeiro**. 1987. 73 p. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) – Escola Superior de Agricultura de Lavras, Lavras.

FERNANDEZ, F.; GEPTS, P.; LÓPEZ, M. Etapas de desarrollo em la planta de frijol. In: LÓPEZ, M.; FERNADEZ, F.; SCHOOWHOVEN, A. **Frijol, investigación y producción**. Colômbia: CIAT, 1985. p. 61-80.

GALLO, J.R.; MIYASAKA, S. Composição química do feijoeiro e absorção de elementos nutritivos do florescimento à maturação. **Bragantia**, Campinas, v,20, n,40, p. 867-884, set. 1961.

GARRIDO, M.A.T.; DEL PINO, M.A.I.T.; SILVA, A.M.; ANDRADE, M.J.B. Crescimento, absorção iônica e produção do feijoeiro sob dois níveis de nitrogênio e três lâminas de irrigação. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 24, n. 1, p. 187-194, jan./mar. 2000.

GOMES, F.P. **Curso de estatística experimental**. Piracicaba: ESALQ, 1990. 460p.

HAAG, H.P.; MALAVOLTA, E.; GARGANTINI, H.; BLANCO, H.G. Absorção de nutrientes pela cultura do feijoeiro. **Bragantia**, Campinas, v,26, n. 30, p. 380-391, set. 1967.

JAUER, A. Análise de crescimento da cultivar de feijão Pérola em quatro densidades de semeadura. **Revista da Fac. de Zootecnia, Veterinária e Agronomia de Uruguaiana**, v. 10, p. 101-113, jul. 2003.

JAUER, A.; DUTRA, L.M.C.; ZABOT, L.; LUCCA FILHO, O.A.; LOSEKANN, M.E.; UHRY, D.; STEFANELO, C.; FARIAS, J.R.; LUDWIG, M.P. Análise de crescimento da cultivar de feijão Pérola em quatro densidades de semeadura. **Revista da Faculdade de Zootecnia, Veterinária e Agronomia, Uruguaiana**, v. 10, n. 1, p. 1-12, 2003.

LAVRAS. Prefeitura Municipal de Lavras. Secretaria de indústria, comércio, serviços e tecnologia. **Conheça Lavras**. Lavras, 1993. 97p.

LOPES, A.S.; CARVALHO, J.G. Micronutrientes: critérios de diagnose para solo e planta. In: SIMPÓSIO SOBRE ENXOFRE E MICRONUTRIENTES NA AGRICULTURA BRASILEIRA, 1988, Londrina. **Anais...** Campinas, EMBRAPA-CNPSO/IAPAR/SBCS, 1988. p. 133-78.

MALAVOLTA, E.; LIMA FILHO, O.F. Nutrição e adubação do feijoeiro. In: FANCELLI, A.L.; DOURADO NETO, D. (Ed.). **Tecnologia da produção de feijão irrigado**. Piracicaba:ESALQ, 1997. p. 22-51.

MORAES, J.F.V. Calagem e adubação. In: ZIMMERMANN, M.J.O.; ROCHA, M.; YAMADA, T. **Cultura do feijoeiro: fatores que afetam a produtividade**. Piracicaba, Associação Brasileira para Pesquisa da potassa e do Fosfato, 1988. p. 261-301.

PAULA JÚNIOR, T.J.; CARNEIRO, J.E.S.; VIEIRA, R.F.; ABREU, A.F.B.; RAMALHO, M.A.P.; PELOSO, M.J.D.; TEIXEIRA, H. **Cultivares de feijão-comum para Minas Gerais**. Belo Horizonte. EPAMIG, 2010. 21 p.

PORTES, T.A. Ecofisiologia. In: ARAÚJO, R.S. et al. (Coord.). **Cultura do feijoeiro comum no Brasil**. Piracicaba: Potafós, 1996. p. 101-37.

ROSOLEM, C.A. Calagem e adubação mineral. In: ARAÚJO, R.S. ; RAVA, C. A.; STONE, L. F.; ZIMMERMANN, M. J. O. (Coord.). **Cultura do feijoeiro comum no Brasil**. Piracicaba: Associação Brasileira para Pesquisa da Potassa e do Fosfato, 1996. p. 353-390.

ROSOLEM, C.A. **Nutrição e adubação do feijoeiro**. Piracicaba, Associação Brasileira para Pesquisa da Potassa e do Fosfato, 1987. 91 p. (Boletim Técnico, 8).

SANTOS, J.B.; GAVILANES, M.L. Botânica. In; VIEIRA, C.; PAULA JÚNIOR, T.J.; BORÉM, A. **Feijão**. 2.ed. Viçosa, MG: UFV, 2006. p. 41-65.

SAS Institute Incorporation. **Copyright © 2010 SAS Institute Inc.**, SAS Campus Drive, Cary, North Carolina, USA, 2010.

SHIMADA, M.M.; ARF, O.; SÁ, M.E. Componentes do rendimento e desenvolvimento do feijoeiro de porte ereto sob diferentes densidades populacionais. **Bragantia**, Campinas v. 59, n. 2, p. 181-187, 2000.

SILVA, A.O.; LIMA, E.A.; MENEZES, H.E.A. Rendimento de grãos de feijão (*Phaseolus vulgaris* L.), cultivado em diferentes densidades de plantio. **Revista das Faculdades Integradas de Bebedouro**, Bebedouro, v. 3, p. 1-5, 2007.

SILVA, C.C. Estabelecimento da cultura. In: ARAÚJO, R.S.; RAVA, C.A.; STONE, L.F.; ZIMMERMANN, M.J.O. **Cultura do feijoeiro comum no Brasil**. Piracicaba: POTAFÓS, 1996, p. 417-32.

SOUZA, A.B.; ANDRADE, M.J.B.; ALVES, V.G. Populações de plantas, adubação e calagem para o feijoeiro (cv. Iapar 81) em Gleissolo de Ponta Grossa, Estado do Paraná. **Acta Scientiarum: Agronomy**, Maringá, v. 26, n. 3, p. 347-352, 2004.

SOUZA, A.B.; ANDRADE, M.J.B.; VIEIRA, N.M.B.; ALBUQUERQUE, A. Densidades de semeadura e níveis de NPK e calagem na produção do feijoeiro sob plantio ambiente 2, em Ponta Grossa, Paraná. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, Goiânia, v. 38, n. 2, p. 39-43, 2008.

STONE, L.F.; PEREIRA, A.L. Sucessão arroz-feijão irrigados por aspersão. Efeitos de espaçamento entre linhas, adubação e cultivar na produtividade e nutrição do feijoeiro. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.29, n.4, p.521-533, 1994

STONE, L.F.; SILVEIRA, P.M. Efeito de sistemas de preparo na compactação do solo, disponibilidade hídrica e comportamento de feijoeiro. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 34, n. 83-91, 1999.

URCHEI, M.A.; RODRIGUES, J.D.; STONE, L.F. Análise de crescimento de duas cultivares de feijoeiro sob irrigação, no ambiente 1 e preparo ambiente 2. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.35, n3, p.497-506, 2000.

VALE, L.S.R. **Doses de calcário, desenvolvimento da planta, componentes de produção, produtividade de grãos e absorção de nutrientes de dois cultivares de feijão**. Universidade Estadual Paulista: Botucatu, 1994, 71 p. (Dissertação – Mestrado em Fitotecnia)

VIEIRA, N.M.B. **Acúmulo de nutrientes e desempenho agrônômico de cultivares de feijoeiro-comum, em diferentes populações e sistemas de manejo**. 2009. 117 p. Tese (Doutorado em Agronomia/Fitotecnia) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG.

VIEIRA, N.M.B. **Crescimento e marcha de absorção de nutrientes no feijoeiro cvs. BRS MG Talismã e Ouro Negro, no ambiente 1 e ambiente 2.** 2006. 145 p. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG.

VILLAMIL LUCAS, J.M. **Influência da densidade de população sobre a produção em variedades de feijão vagem (*Phaseolus vulgaris* L.) de porte baixo.** 1987. 69p. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) – Escola Superior de Agricultura ‘Luiz de Queiroz’, Piracicaba.

WESTERMANN, D.T. et al. Nitrogen sources for bean seed production. **Agronomy Journal**, Madison, v. 73, p. 660-664, 1981.

ZABOT, L.; DUTRA, L.M.C.; JAUER, A.; LUCCA FILHO, O. A.; UHRY, D.; STEFANELO, C.; LOSEKAN, M.G.; FARIAS, J. R.; LUDWIG, M.P. Análise de crescimento da cultivar de feijão BR IPAGRO 44 Guapo Brilhante cultivada na safrinha em quatro densidades de semeadura em Santa Maria-RS. **Revista Ciencia Agroveterinária**, Lages, v,3, n,2, p. 105-115, 2004.

ANEXO A

Tabela 1 Resumo da análise de variância dos dados relativos ao acúmulo de matéria seca do feijoeiro cv. BRS Radiante em haste (H), haste+folha (H+F), haste+folha+vagem (H+F+V) e total T. Safra primavera-verão 2006/2007. UFLA, 2010

| Fonte de Variação | GL | H | H+F | H+F+V | T |
|---------------------|-----|-------------|-------------|-------------|-------------|
| Bloco | 2 | 82524,05705 | 437740,5785 | 721046,4890 | 849048,5266 |
| Ambiente (S) | 1 | 1626273,171 | 7845301,945 | 16007432,12 | 14947738,27 |
| Erro 1 | 2 | 134409,2618 | 728393,2611 | 1259004,850 | 1803230,706 |
| População (P) | 4 | 211667,912* | 994985,398* | 1984109,17* | 2948435,82* |
| Idade da planta (I) | 5 | 576002,803* | 1785029,48* | 5176626,22* | 12799700,0* |
| S x P | 4 | 85917,4124* | 663011,157* | 1244347,33* | 1723869,82* |
| S x I | 5 | 125534,579* | 77310,08156 | 713664,663* | 2586214,24* |
| P x I | 20 | 12142,9036 | 71071,0266 | 136200,9460 | 224976,1477 |
| S x P x I | 20 | 12383,24034 | 85403,49232 | 184563,3275 | 309610,2024 |
| Erro 2 | 116 | 16344,6117 | 86256,9300 | 152227,4464 | 234627,6207 |
| CV (1) % | | 142,72 | 152,57 | 137,63 | 124,56 |
| CV (2) % | | 49,77 | 52,50 | 47,86 | 44,93 |
| Média geral | | 256,8721 | 559,3933 | 815,2427 | 1078,1055 |

* Significativo a 5% de variância pelo teste de F.

Tabela 2 Resumo da análise de variância dos dados relativos ao acúmulo de nitrogênio do feijoeiro cv. BRS Radiante em haste (H), haste+folha (H+F), haste+folha+vagem (H+F+V) e total T. Safra primavera-verão 2006/2007. UFLA, 2010

| Fonte de Variação | GL | H | H+F | H+F+V | T |
|---------------------|-----|-----------|------------|------------|-------------|
| Bloco | 2 | 16,5859 | 389,7890 | 392,1835 | 393,3093 |
| Ambiente (S) | 1 | 370,5629 | 5364,9291 | 9522,0670 | 15845,6351* |
| Erro 1 | 2 | 29,1076 | 486,1380 | 726,5832 | 991,9257 |
| População (P) | 4 | 50,3625* | 781,4442* | 1404,7020* | 1976,9091* |
| Idade da planta (I) | 5 | 134,9928* | 1072,7668* | 2428,7214* | 8054,0863* |
| S x P | 4 | 31,0108* | 538,4752* | 859,1124* | 1316,9863* |
| S x I | 5 | 24,1197* | 364,9702* | 478,0307* | 1725,2473* |
| P x I | 20 | 4,4284 | 89,6954 | 103,3633 | 177,7134 |
| S x P x I | 20 | 3,9275 | 79,0913 | 124,0611 | 219,9979 |
| Erro 2 | 116 | 5,3085 | 68,7325 | 100,1174 | 153,8465 |
| CV (1) % | | 126,99 | 146,55 | 125,32 | 109,87 |
| CV (2) % | | 54,23 | 55,11 | 46,52 | 43,27 |
| Média geral | | 4,2485 | 15,0448 | 21,5091 | 28,665 |

* Significativo a 5% de variância pelo teste de F.

Tabela 3 Resumo da análise de variância dos dados relativos ao acúmulo de fósforo do feijoeiro cv. BRS Radiante em haste (H), haste+folha (H+F), haste+folha+vagem (H+F+V) e total T. Safra primavera-verão 2006/2007. UFLA, 2010

| Fonte de Variação | GL | H | H+F | H+F+V | T |
|---------------------|-----|----------|----------|----------|-----------|
| Bloco | 2 | 0,8222 | 2,9589 | 3,0009 | 3,6335 |
| Ambiente (S) | 1 | 40,0351* | 92,6221 | 119,6257 | 187,3332* |
| Erro 1 | 2 | 1,5601 | 5,8612 | 9,0677 | 11,9652 |
| População (P) | 4 | 1,9036* | 8,4083* | 15,2821* | 23,4447* |
| Idade da planta (I) | 5 | 5,8257* | 11,9052* | 49,4496* | 164,2249* |
| S x P | 4 | 1,9495* | 7,6382* | 12,8740* | 21,3536* |
| S x I | 5 | 2,6489* | 4,3096* | 7,7201* | 27,8048* |
| P x I | 20 | 0,3986 | 0,7947 | 1,1155 | 2,2364 |
| S x P x I | 20 | 0,4704 | 0,9415 | 1,6945 | 3,7457 |
| Erro 2 | 116 | 0,3204 | 0,7007 | 1,2012 | 2,2058 |
| CV (1) % | | 163,90 | 155,30 | 126,33 | 103,88 |
| CV (2) % | | 74,28 | 53,70 | 45,98 | 44,60 |
| Média geral | | 0,7621 | 1,5589 | 2,3836 | 3,3299 |

* Significativo a 5% de variância pelo teste de F.

Tabela 4 Resumo da análise de variância dos dados relativos ao acúmulo de potássio do feijoeiro cv. BRS Radiante em haste (H), haste+folha (H+F), haste+folha+vagem (H+F+V) e total T. Safra primavera-verão 2006/2007. UFLA, 2010

| Fonte de Variação | GL | H | H+F | H+F+V | T |
|---------------------|-----|-----------|------------|------------|------------|
| Bloco | 2 | 18,4695 | 140,6963 | 157,8613 | 156,9664 |
| Ambiente (S) | 1 | 859,7101* | 3945,7087* | 4631,8519 | 5640,5448* |
| Erro 1 | 2 | 29,3001 | 195,2584 | 264,7991 | 349,5338 |
| População (P) | 4 | 52,0933* | 366,4077* | 580,6666* | 712,7734* |
| Idade da planta (I) | 5 | 169,6066* | 814,6835* | 1648,1852* | 3056,9353* |
| S x P | 4 | 33,2105* | 271,7854* | 400,1719* | 544,7620* |
| S x I | 5 | 48,3171* | 325,3340* | 398,8621* | 582,5720* |
| P x I | 20 | 3,3455 | 37,4103 | 43,7989 | 60,0520 |
| S x P x I | 20 | 3,7443 | 39,6843 | 54,3211 | 84,9084 |
| Erro 2 | 116 | 4,8145 | 34,9406 | 47,9319 | 65,7306 |
| CV (1) % | | 120,62 | 129,24 | 112,87 | 107,51 |
| CV (2) % | | 48,89 | 54,67 | 48,02 | 46,62 |
| Média geral | | 4,4877 | 10,8118 | 14,4177 | 17,389 |

* Significativo a 5% de variância pelo teste de F.

Tabela 5 Resumo da análise de variância dos dados relativos ao acúmulo de cálcio do feijoeiro cv. BRS Radiante em haste (H), haste+folha (H+F), haste+folha+vagem (H+F+V) e total T. Safra primavera-verão 2006/2007. UFLA, 2010

| Fonte de Variação | GL | H | H+F | H+F+V | T |
|---------------------|-----|----------|-----------|-----------|-----------|
| Bloco | 2 | 0,1630 | 139,5453 | 135,1123 | 132,2434 |
| Ambiente (S) | 1 | 21,5420 | 612,2080 | 732,2920 | 551,7751 |
| Erro 1 | 2 | 8,4378 | 182,2639 | 216,3347 | 229,7827 |
| População (P) | 4 | 12,9567* | 162,7300* | 236,3831* | 252,2366* |
| Idade da planta (I) | 5 | 47,4452* | 516,9360* | 845,0907* | 976,7660* |
| S x P | 4 | 3,9295 | 186,0974* | 234,6481* | 255,4446* |
| S x I | 5 | 8,9257* | 42,1195 | 16,2415 | 24,8534 |
| P x I | 20 | 1,1792 | 25,7085 | 27,3910 | 28,5178 |
| S x P x I | 20 | 1,1906 | 40,9244 | 52,4558 | 57,9336 |
| Erro 2 | 116 | 1,7991 | 37,3526 | 42,3394 | 44,4572 |
| CV (1) % | | 144,69 | 162,62 | 146,36 | 144,63 |
| CV (2) % | | 66,81 | 73,62 | 64,75 | 63,62 |
| Média geral | | 2,0076 | 8,3021 | 10,0492 | 10,481 |

* Significativo a 5% de variância pelo teste de F.

Tabela 6 Resumo da análise de variância dos dados relativos ao acúmulo de magnésio do feijoeiro cv. BRS Radiante em haste (H), haste+folha (H+F), haste+folha+vagem (H+F+V) e total T. Safra primavera-verão 2006/2007. UFLA, 2010

| Fonte de Variação | GL | H | H+F | H+F+V | T |
|---------------------|-----|---------|----------|----------|----------|
| Bloco | 2 | 0,6773 | 6,2470 | 7,7114 | 7,4708 |
| Ambiente (S) | 1 | 7,6632 | 64,9441 | 134,2311 | 144,6682 |
| Erro 1 | 2 | 1,3324 | 11,1506 | 16,2220 | 18,3821 |
| População (P) | 4 | 0,8453* | 9,1968* | 18,1587* | 22,1785* |
| Idade da planta (I) | 5 | 3,8745* | 15,1942* | 50,5725* | 97,4661* |
| S x P | 4 | 0,4595* | 7,6728* | 13,9957* | 17,5476* |
| S x I | 5 | 1,1805* | 2,2482 | 5,7088* | 6,7226* |
| P x I | 20 | 0,1323 | 1,0610 | 1,6128 | 2,0188 |
| S x P x I | 20 | 0,1370 | 1,0704 | 2,3706 | 3,1659 |
| Erro 2 | 116 | 0,1785 | 1,1961 | 1,8068 | 2,2034 |
| CV (1) % | | 201,29 | 184,64 | 154,38 | 140,65 |
| CV (2) % | | 73,67 | 60,47 | 51,52 | 48,70 |
| Média geral | | 0,5734 | 1,8086 | 2,6090 | 3,048 |

* Significativo a 5% de variância pelo teste de F.

Tabela 7 Resumo da análise de variância dos dados relativos ao acúmulo de enxofre do feijoeiro cv. BRS Radiante em haste (H), haste+folha (H+F), haste+folha+vagem (H+F+V) e total T. Safra primavera-verão 2006/2007. UFLA, 2010

| Fonte de Variação | GL | H | H+F | H+F+V | T |
|---------------------|-----|---------|---------|---------|----------|
| Bloco | 2 | 0,0276 | 0,7198 | 0,9867 | 1,0300 |
| Ambiente (S) | 1 | 0,3457 | 3,7665 | 5,8004 | 5,7966 |
| Erro 1 | 2 | 0,4811 | 2,6937 | 3,7469 | 4,6484 |
| População (P) | 4 | 0,6161* | 2,9918* | 4,5873* | 5,8045* |
| Idade da planta (I) | 5 | 0,8919* | 4,0143* | 9,2753* | 20,5845* |
| S x P | 4 | 0,2277* | 2,3105* | 3,2968* | 0,3318 |
| S x I | 5 | 0,1234* | 0,8375* | 0,7640 | 5,1038* |
| P x I | 20 | 0,0391 | 0,1931 | 0,1717 | 3,6368* |
| S x P x I | 20 | 0,0378 | 0,2898 | 0,3549 | 0,6174 |
| Erro 2 | 116 | 0,0378 | 0,2962 | 0,3706 | 0,4854 |
| CV (1) % | | 189,43 | 163,56 | 145,73 | 134,75 |
| CV (2) % | | 53,07 | 54,24 | 45,83 | 43,54 |
| Média geral | | 0,36 | 1,04 | 1,32 | 1,60 |

* Significativo a 5% de variância pelo teste de F.

ARTIGO 4

**ACÚMULO DE MATÉRIA SECA E MACRONUTRIENTES EM
DIFERENTES ÓRGÃOS DO FEIJOEIRO cv. Ouro Vermelho EM
FUNÇÃO DE POPULAÇÕES DE PLANTAS E AMBIENTES**

Artigo submetido á revista *Bean Improvement Cooperative*.

1 INTRODUÇÃO

A população ideal de feijoeiros depende, dentre outros fatores, da arquitetura de plantas e da capacidade do solo em fornecer nutrientes. Assim, uma recomendação adequada para a cultura deverá considerar a cultivar, ou tipo de planta, a população de plantas e o sistema de manejo. Para cada sistema de manejo e nível de adubação há um nível biologicamente ótimo de população. Assim, para cada cultivar e sistema de manejo, deverá haver uma população ideal, considerando a quantidade de fertilizantes adequada.

As recomendações de espaçamento giram em torno de 0,40 a 0,60 m entre linhas, com 10 a 12 plantas por metro (SILVA, 1996), correspondendo a populações de 167 a 300 mil plantas ha⁻¹, com média de cerca de 235 mil plantas ha⁻¹.

Geralmente, quanto maior a população de plantas, maior será a produtividade. Sabe-se, entretanto, que populações maiores levam a novo equilíbrio, resultando em pragas, doenças e maior demanda de insumos, como sementes e adubos, entre outros, o que deve ser melhor avaliado, pois pode ser mais interessante para as empresas produtoras de insumos, que para os agricultores. A boa produtividade não deve trazer dificuldades adicionais com a condução e colheita da lavoura, e com maior gasto de insumos, porque isto resultará em menor receita, além de prejudicar o meio ambiente (ALVES JUNIOR, 2007).

Populações diferentes tendem a manter rendimentos semelhantes, principalmente pela capacidade de compensação entre os componentes do rendimento do feijoeiro, como no caso do número de vagem por planta (FERNANDES, 1987; VILLAMIL LUCAS, 1987; ARF et al., 1990 e VALE, 1994), mas existem diferenças de comportamento das cultivares de diferentes hábitos de crescimento.

O desenvolvimento da cultura é favorecido pelo sistema plantio direto, pois proporciona maior disponibilidade de água, devido às características da cobertura do solo e, não menos importante, protege o solo dos impactos das gotas de chuva, favorecendo a infiltração, reduzindo perdas de solo por erosão e perda de água por escoamento (STONE; SILVEIRA 1999; URCHEI; RODRIGUES; STONE 2000).

As práticas culturais devem se adequar aos hábitos de crescimento, uma vez que, a densidade populacional, por exemplo, correlaciona-se com caracteres varietais (JAUER et al., 2003).

Um melhor desempenho da cultura com o aumento da população é dificultado principalmente pela competição por luz, estabelecida com maior intensidade na fase reprodutiva (BENNETT; ADAMS; BURGA 1977), afetando os componentes de rendimento. Assim, as cultivares de crescimento determinado sofrem menor competição nas maiores densidades que as de crescimento indeterminado, mas há outros fatores, como a fertilidade do solo, condições climáticas e o material genético (ALVES JÚNIOR, 2007).

A população ideal de feijoeiros é função, dentre outros fatores, da arquitetura de plantas e da capacidade do solo apresentar condições favoráveis; dessa forma, uma recomendação adequada de adubação e um sistema de manejo que melhor acondicione o ambiente produtivo, deverá considerar a cultivar, hábito de crescimento e a população de plantas envolvidas no sistema (SOUZA et al., 2008). A adoção do sistema plantio direto, para utilização de cultivares promissoras, necessita de avaliações quanto à adaptabilidade dessas cultivares, principalmente em ambientes melhorados, com solos mais estruturados e protegidos por palhada.

Um dos caracteres mais importantes do feijoeiro é o hábito de crescimento, pois é essencial na descrição das cultivares, na escolha das mais

adequadas para o plantio nas mais variadas condições de cultivo e na obtenção de novas cultivares pelo melhoramento (SANTOS; GAVILANES, 2006).

O rendimento de grãos pode ser afetado pela densidade populacional, fato este relacionado ao hábito de crescimento da planta de feijoeiro (SHIMADA; ARF; SÁ, 2000; STONE; PEREIRA, 1994). Trabalhos têm mostrado que há incremento de produtividade com o aumento da população (SILVA; LIMA; MENEZES, 2007; SOUZA; ANDRADE; ALVES, 2004). Solos mais férteis e com melhor disponibilidade de água, como em sistema plantio direto, por exemplo, podem favorecer esse tipo de resultado. Este raciocínio é partilhado por Faria (1980), para quem a população não deve ser alta em situações de limitação de solo ou água.

A marcha de absorção de nutrientes permite conhecer as quantidades de nutrientes absorvidas e a absorção relativa em cada fase da cultura, fornecendo informações básicas sobre as épocas mais adequadas para a aplicação dos fertilizantes. Em espécies com raízes pouco profundas e altamente exigentes como o feijoeiro, essas informações são ainda mais valiosas (VIEIRA, 2009).

O acúmulo de matéria seca (MS) em função da densidade populacional do feijoeiro também é parâmetro para se avaliar de forma quantitativa o crescimento das plantas. Jauer (2003) e Zabot et al. (2004) demonstraram que o acúmulo de matéria seca ocorre ao longo de todo o ciclo, chegando à colheita com maior quantidade de biomassa.

Conforme Cobra Netto (1967), Brandes (1971), Rosolem (1987), Bulisani (1994) e Vieira (2006), o acúmulo de MS do feijoeiro (*Phaseolus vulgaris* L.) apresenta comportamento padrão. As hastes acumulam MS até a floração, quando estabiliza. As folhas iniciam o ciclo suavemente, acumulando de forma aguda até a fase de enchimento de grãos; após essa fase, inicia-se o processo de desfolha, causando decréscimo no acúmulo. Os órgãos reprodutivos,

flores e vagens, acumulam MS até o final do ciclo da cultura. Os grãos sofrem acúmulo acentuado desde o seu surgimento até a colheita.

Lopes e Carvalho (1988) apontaram que a taxa de acúmulo de matéria seca é sequencial, modificando-se conforme o estágio de crescimento da planta. No início, folhas e raízes são drenos preferenciais; por certo período, os caules assumem relevância e, a partir do florescimento, com o aparecimento das vagens, estas passam a ser os drenos preferenciais.

A maioria dos trabalhos concorda quanto aos nutrientes mais extraídos pelo feijoeiro, o N e o K, seguidos do Ca. Variações nos resultados aparecem no acúmulo do S, Mg e P, sendo essa a ordem obtida por Haag et al. (1967), Cobra Netto et al. (1971), Malavolta e Lima Filho (1997) e Garrido et al. (2000). Em função das condições experimentais, pequenas variações podem ocorrer, como nos trabalhos de El-Husny (1992) com a cv. Carioca (Mg>S>P) e Vieira (2006) com as cultivares Ouro Negro e Talismã (Mg>P>S) em plantio convencional e Andrade et al. (2000) com a cultivar Carioca-MG (P>Mg>S) em solo de várzea.

O nitrogênio possui grande importância, principalmente nas fases de florescimento e enchimento de grãos, pois, como há vagens e grãos crescendo ao mesmo tempo, a demanda por N nessa fase é alta (PORTES, 1996). Dessa forma, o feijoeiro não absorve todo o N que necessita nos primeiros 50 dias do ciclo (ROSOLEM, 1987). Westermann et al. (1981) observaram absorção de até $3,5 \text{ kg ha}^{-1} \text{ dia}^{-1}$ no período de enchimento de grãos, num estudo realizado com nove cultivares de feijoeiro. Gallo e Miyasaka (1961) afirmam que, no período de 33 a 44 dias após o estabelecimento da cultura, ocorre absorção máxima de nitrogênio, com cerca de $2,46 \text{ kg de N ha}^{-1} \text{ dia}^{-1}$, na cv. Chumbinho Opaco.

Segundo Araújo, Vieira e Miranda (1994), a absorção do nitrogênio ocorre praticamente durante todo o ciclo da cultura, mas a época de maior exigência, quando a velocidade de absorção é máxima, acontece dos 35 aos 50 DAE.

Quanto ao fósforo, a maior velocidade de absorção dá-se dos 30 aos 55 dias, compreendendo desde o período do aparecimento dos botões florais até o final do florescimento, acentuando-se ainda mais entre 45 e 55 dias, época em que começa a formação das vagens, sendo que o feijoeiro cv. Carioca absorve cerca de $0,21 \text{ kg de P.ha}^{-1}.\text{dia}^{-1}$. Até aos 55 dias, a maior quantidade de fósforo absorvido localiza-se nas folhas e, a partir deste período, é aparente uma translocação do nutriente para as vagens (ROSOLEM, 1987). Na cv. Chumbinho Opaco, no período de 33 a 44 dias, Gallo e Miyasaka (1961) determinam absorção de $0,27 \text{ kg de P.ha}^{-1}.\text{dia}^{-1}$.

O potássio tem maior demanda pelo feijoeiro entre 25 e 35 DAE, período de diferenciação dos botões florais, quando a absorção média é de $1,69 \text{ kg de K.ha}^{-1}.\text{dia}^{-1}$ e entre 45 e 55 dias, correspondendo ao final do florescimento, com demanda média de absorção de $3,29 \text{ kg de K ha}^{-1} \text{ dia}^{-1}$ na cv. Carioca (ROSOLEM, 1987). No período de 33 a 44 dias, Gallo e Miyasaka (1961), estudando a cv. Chumbinho Opaco, relatam uma demanda de $2,17 \text{ kg de K ha}^{-1} \text{ dia}^{-1}$. Segundo Rosolem (1996), a quase totalidade do K é absorvida pelo feijoeiro até 40-50 DAE. Entretanto, a resposta aos fertilizantes potássicos são pouco frequentes no Brasil ou de pequena magnitude, em função da fertilidade natural dos solos, com teores médios a altos de K e da curta duração dos ciclos das cultivares (MORAES, 1988).

Conforme Rosolem (1987), o cálcio atinge seu ponto máximo de absorção entre 10 e 15 DAE, tanto nos feijoeiros de porte determinado como indeterminado. Segundo Haag et al. (1967), a absorção máxima de cálcio pelo feijoeiro, cv. Chumbinho Opaco, ocorre em torno dos 50 DAE. Ocorre intensamente dos 27 aos 55 dias, compreendendo o período de diferenciação floral até o final do florescimento, fase em que a absorção média é de $1,52 \text{ kg de Ca ha}^{-1} \text{ dia}^{-1}$ na cv. Carioca.

A velocidade de absorção do enxofre é relativamente alta desde os 25 dias, atingindo sua máxima absorção no final do florescimento, ocasião em que atinge, aproximadamente, a $0,80 \text{ kg de S ha}^{-1} \text{ dia}^{-1}$ na cv. Carioca (ROSOLEM, 1987). Haag et al. (1967) observaram que, na cv. Chumbinho Opaco, a absorção máxima ocorre em torno dos 70 DAE.

O objetivo do presente trabalho foi estudar o acúmulo e distribuição de matéria seca e macronutrientes, nas diversas partes da planta do feijoeiro cv. Ouro Vermelho semeado em diferentes densidades populacionais, em sistema plantio direto e convencional.

2 MATERIAL E MÉTODOS

O estudo constou de um experimento, conduzido na área experimental do Departamento de Agricultura (DAG), Setor de Grandes Culturas da Universidade Federal de Lavras (UFLA), em Lavras - MG, em Latossolo Vermelho distroférico (EMBRAPA, 2009), originalmente sob cerrado, em duas áreas contíguas, uma em sistema de ambiente 1 (ambiente 1), e outra em ambiente 2 (ambiente 2). Resultados de análises químicas de amostras do solo, coletadas à profundidade de 0-20cm, antes da semeadura do feijão, nos dois ambientes, podem ser visualizados na Tabela 1.

Tabela 1 Resultados da análise química de amostra do solo na área experimental, profundidade 0 a 20 cm em dois ambientes. UFLA, Lavras, 2010.*

| Características | Ambiente 1** | Ambiente 2** |
|---------------------------------------|--------------|--------------|
| pH em H ₂ O | 6,5 AcF | 5,3 AcM |
| P (Mehlich 1) mg.dm ⁻³ | 8,2 Ba | 8,9 Ba |
| K (Mehlich 1) mg.dm ⁻³ | 84,0 B | 62,0 M |
| Ca cmolc.dm ⁻³ | 2,5 B | 1,6 M |
| Mg cmolc.dm ⁻³ | 0,9 M | 0,4 Ba |
| Al cmolc.dm ⁻³ | 0,0 Ba | 0,3 Ba |
| S mg.dm ⁻³ | 11,8 MB | 31,7 MB |
| Matéria Orgânica dag.kg ⁻¹ | 2,6 M | 3,4 M |
| V (%) | 63,2 B | 30,2 Ba |

* Análises realizadas no Laboratório de Fertilidade do Solo do Departamento de Ciência do Solo da UFLA.

** Interpretação de acordo com Alvarez V. et al. (1999). AcF = acidez fraca, AcM = acidez média, Ba = teor baixo, M = médio, B = bom, MB = muito bom.

Lavras situa-se a uma altitude média de 918 metros, a 21°14' de latitude Sul e 45°00' de longitude Oeste de Greenwich, e seu clima de acordo com a classificação internacional de Köppen, é mesotérmico cwb (LAVRAS, 1993). Os experimentos foram conduzidos na safra primavera-verão 2006/2007, caracterizada por excessiva precipitação pluvial. A precipitação total foi de 1143,2mm, sendo registradas temperaturas, média diária de 22,2°C, máxima de

32,8°C e mínima de 11,8°C. A umidade relativa do ar apresentou média de 80,6%. A variação diária dos dados meteorológicos, cedida pela Estação Climatológica de Lavras - MG é apresentada na Figura 1.

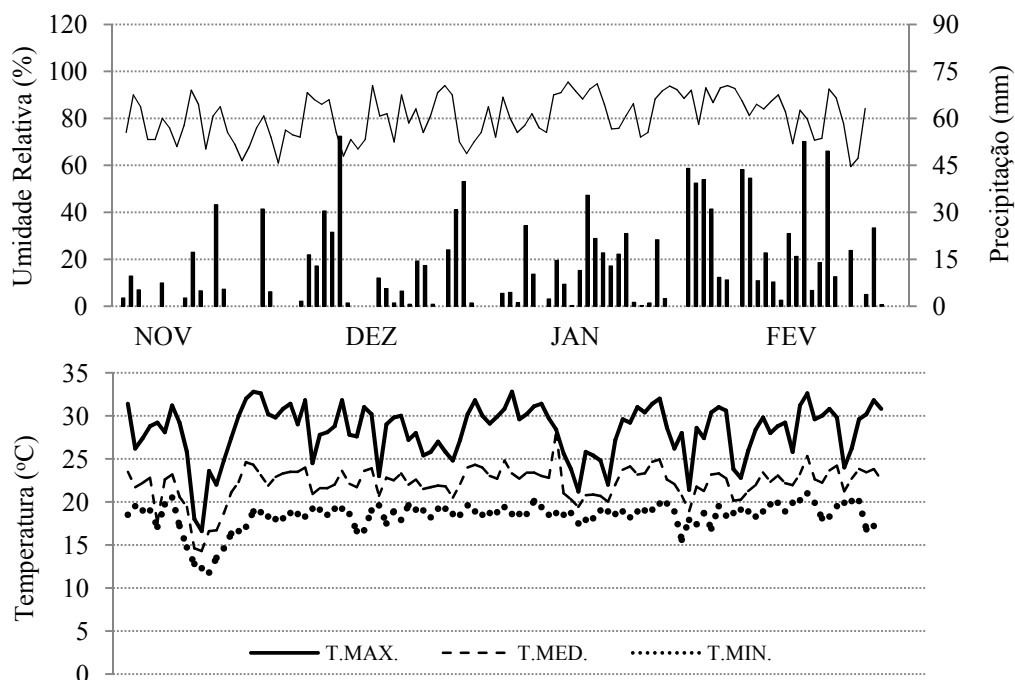


Figura 1 Variação diária das temperaturas máxima, média e mínima, umidade relativa do ar e precipitação pluvial em Lavras, de novembro de 2006 a fevereiro de 2007. Fonte: Estação Climatológica de Lavras, situada no *campus* da UFLA.

No ambiente 1, a semeadura foi realizada sob palhada de capim braquiária, dessecada 30 dias antes da semeadura com 2,5 L.ha⁻¹ de Roundup® e oito dias antes da semeadura com 2,0 L.ha⁻¹ de Gramoxone®. No ambiente 2, o preparo do solo constou de uma aração e duas gradagens. A cultivar Ouro Vermelho, de feijoeiro-comum (*Phaseolus vulgaris* L.) foi semeada aos 21 dias de novembro do ano de 2006.

A cultivar Ouro Vermelho, segundo Paula Júnior et al. (2010) de origem do cruzamento entre as linhagens Vermelhinho e NA 9022180, realizado pela UFV. Foi avaliada no âmbito do Convênio ‘Melhoramento do Feijão para o Estado de Minas Gerais’, com participação da Embrapa Arroz e Feijão, EPAMIG, UFLA e UFV e recomendada para o estado de Minas Gerais desde 2005. Pertence ao grupo comercial Vermelho, possui ciclo de 80 a 90 dias, porte ereto com guias longas, hábito tipo II/III, crescimento indeterminado, flor branca, vagem rosa avermelhada na maturação e vagem seca de cor marrom-arroxeadas. Os grãos são vermelhos e brilhantes, peso de 100 grãos de 24 a 26g.

Cada parcela foi constituída de 4 linhas de 5 m de comprimento, com espaçamento de 0,5 m entre linhas (10 m²); como parcela útil foram consideradas as duas linhas centrais (5m²). A semeadura foi feita de modo manual, adotando-se a densidade de semeadura ideal para se atingir as populações desejadas. Todas as parcelas receberam idêntica adubação, proporcional a 400 kg.ha⁻¹ do formulado 8-28-16, determinada por meio da interpretação dos resultados de análise do solo (Tabela 1), segundo Chagas et al. (1999). Não foi feita a correção do solo (ALVAREZ V.; RIBEIRO, 1999). A adubação nitrogenada de cobertura foi realizada aos 21 dias após emergência, no estádio V₃-V₄ (FERNANDEZ; GEPTS; LÓPEZ, 1985), utilizando-se 30 kg.ha⁻¹ de N, fonte uréia. Os tratos culturais foram os normalmente dispensados à cultura na região e o experimento não recebeu irrigação.

O delineamento experimental utilizado foi em blocos casualizados, com três repetições, com tratamentos dispostos no esquema de parcela subdividida, sendo as parcelas representadas pelos dois ambientes, e na sub-parcela, fatorial 5x8, envolvendo cinco densidades de plantio (75, 145, 215, 285 e 355 mil plantas.ha⁻¹) e sete idades das plantas (10, 20, 30, 40, 50, 60, 70 e 80 DAE, no ambiente 1) e (13, 23, 33, 43, 53, 63, 73 e 83 DAE, no ambiente 2).

Para se obter o acúmulo de matéria seca da parte aérea ao longo do ciclo da cultura, foram realizadas coletas a cada 10 dias a partir do 10º dia após emergência (DAE), no ambiente 1, e a partir do 13º dia após emergência (DAE), no ambiente 2. Em cada coleta foram amostradas cinco plantas por meio de corte a 1 cm do solo, separando-se as partes das plantas em haste, folhas, flores + vagens e grãos, sendo posteriormente o material seco em estufa com circulação forçada de ar a 65-70°C, até peso constante. Esses materiais foram pesados em balança de precisão, determinando-se, o peso da matéria seca das partes da planta, transformado em acúmulo de matéria seca por hectare.

Para estudar o progresso do acúmulo de nutrientes na parte aérea ao longo do ciclo da cultura, foram utilizadas amostras da matéria seca, trituradas e encaminhadas ao Laboratório de Análise Foliar, no Departamento de Ciências do Solo da UFLA, para a realização das análises dos teores de macronutrientes. Os teores de N foram obtidos quimicamente pelo método Kjeldahl; o P, K, Ca, Mg, S por digestão com ácido nítrico e perclórico e determinados nos extratos: P em colorimetria, K fotometria de chama; S turbidimetria; Ca e Mg espectrofotometria de absorção atômica, conforme Malavolta e Lima Filho (1997). A partir dos teores dos macronutrientes e do acúmulo de matéria seca em cada coleta, foi obtida a marcha de acúmulo ($\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$) de cada um dos nutrientes.

As coletas periódicas foram utilizadas no ajuste de curvas de regressão por ambientes e densidades populacionais em função de dias após a emergência (DAE). As curvas corresponderam aos acúmulos de matéria seca e nutrientes em haste (H), haste+folha (H+F), haste+folha+ órgãos reprodutivos: flores e vagens (H+F+V) e planta total (T); incluindo hastes, folhas, flores, vagens e grãos (T). Os efeitos de ambientes foram avaliados pelo teste F (BANZATTO; KRONKA, 1995) e os efeitos das populações de plantas por regressão, com posterior seleção das equações mais representativas das relações entre as variáveis envolvidas, seguindo a significância do modelo e o valor do coeficiente de

determinação (R^2) (GOMES, 1990). Para as análises estatísticas e ajustes dos modelos de regressão foi utilizado o programa SAS cuja licença autorizada pertence à UFLA (SAS, 2010).

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 Acumulo de Matéria Seca

As análises de variância relativas à matéria seca (MS) de hastes, hastes+folhas, hastes+folhas+vagem e total do experimento conduzido são resumidas na Tabela 1 ANEXO A. As análises revelaram que não houve significância da interação tripla em nenhuma situação, no entanto, as interações duplas foram significativas, exceto sistema x idade da planta (DAE) em relação a matéria seca de haste+folha+vagem. Na prática, estes resultados indicam que os efeitos dos fatores foram interdependentes, dois a dois. As análises de variância da MS são resumidas na Tabela 1 ANEXO A.

As equações ajustadas no desdobramento da interação sistema x idade da planta são apresentadas na Figura 2. Verifica-se que os acúmulos de MS foram muito próximos nos dois ambientes, o que pode estar relacionado ao comprimento do ciclo. Os máximos acúmulos de MS total apresentados pela cv. Ouro Vermelho foram de 2876 kg.ha⁻¹ aos 70 DAE, em ambiente 1, e 2855 kg.ha⁻¹ aos 83 DAE no ambiente 2, cujo ponto máximo estimado somente ocorreria com 2884 kg.ha⁻¹ aos 87 DAE, fora, portanto, do ciclo observado (83 DAE).

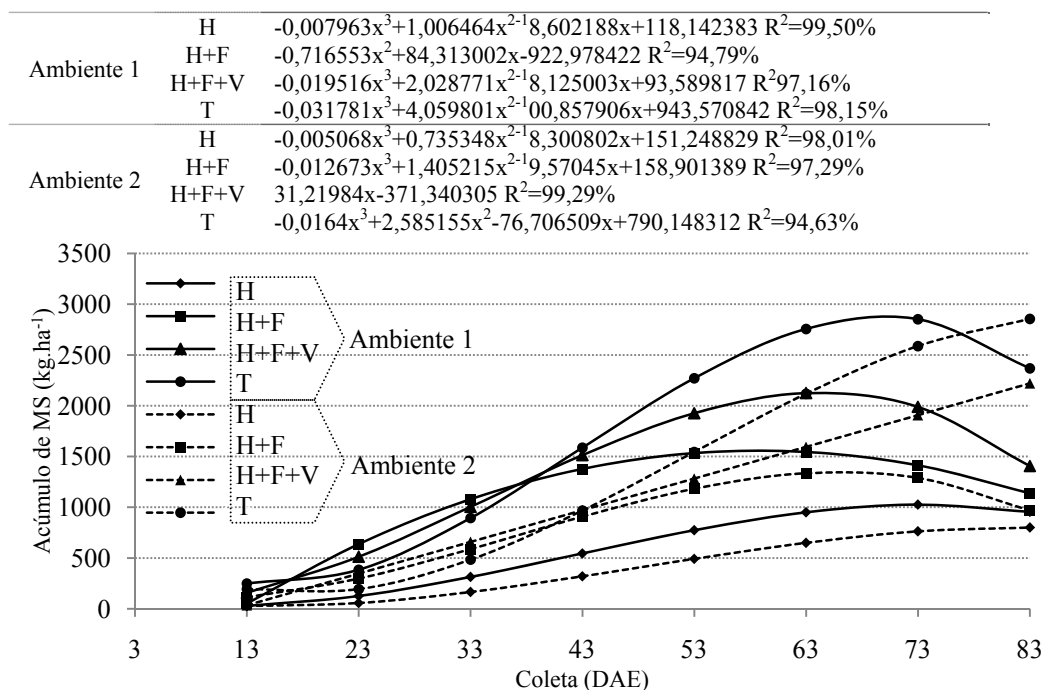


Figura 2 Marcha de acúmulo de matéria seca na parte aérea do feijoeiro cultivar Ouro Vermelho em ambiente 1 e ambiente 2 no decorrer do ciclo da cultura, safra primavera-verão 2006/2007. UFLA, 2010

O desdobramento da interação sistema x população (Figura 3), apresentou efeito significativo de populações no acúmulo de MS em todas as partes da planta, em ambos sistemas de manejo, ajustando-se equações cúbicas. No ambiente 1, o máximo acúmulo ocorreu na população de 305 mil plantas.ha⁻¹ (2110 kg.ha⁻¹). Já no ambiente 2, o máximo acúmulo de MS deu-se na população de 355 mil plantas.ha⁻¹ (1759 kg.ha⁻¹, ainda ascendente).

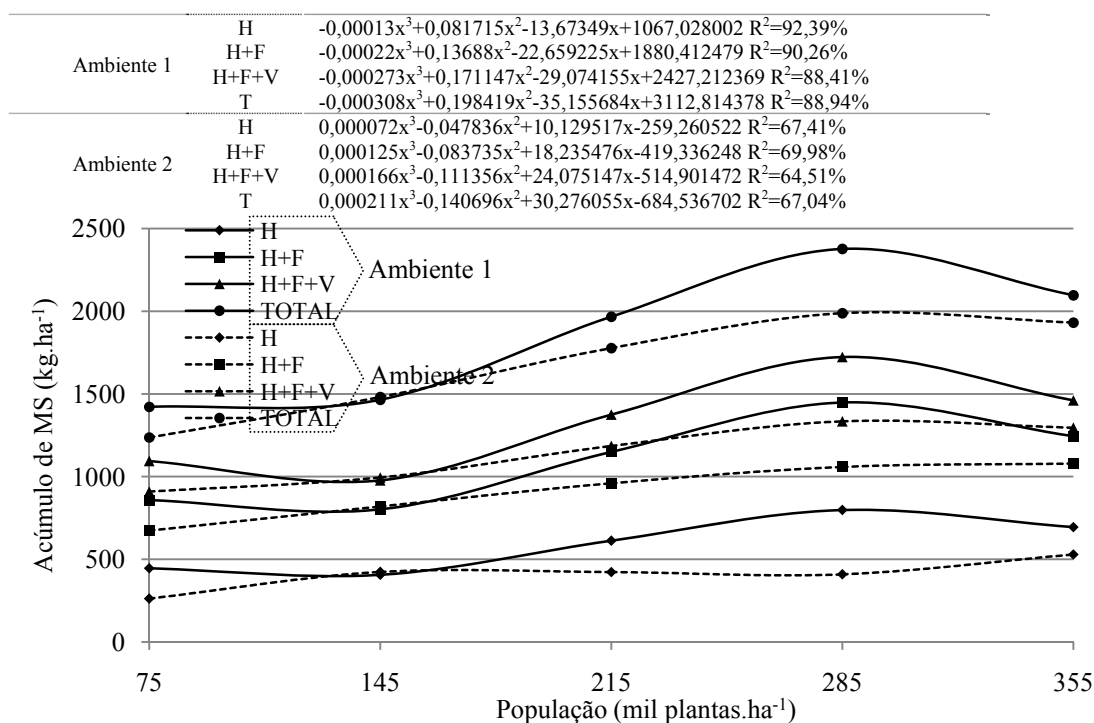


Figura 3 Acúmulo de matéria seca (kg.ha^{-1}) na parte aérea da cultivar Ouro Vermelho em função de populações de plantas dentro de cada sistema de manejo, safra primavera-verão 2006/2007. UFLA, 2010

Como já mencionado, a interação população x idade da planta não foi significativa, no que diz respeito ao acúmulo de MS. Os valores médios são apresentados na Tabela 2.

Tabela 2 Valores médios do acúmulo de matéria seca ($\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$) na parte aérea da cultivar Ouro Vermelho em função de populações e partes da planta, safra primavera-verão 2006/2007. UFLA, 2010

| Parte da planta | População ($\text{mil plantas}\cdot\text{ha}^{-1}$) | | | | |
|-----------------|---|------|------|------|------|
| | 75 | 145 | 215 | 285 | 355 |
| H | 356 | 405 | 531 | 593 | 377 |
| H+F | 699 | 804 | 1037 | 1132 | 1159 |
| H+F+V | 594 | 1022 | 1172 | 1402 | 1464 |
| T | 1185 | 1271 | 1616 | 1693 | 1831 |

Outra abordagem sobre o comportamento do acúmulo de matéria seca, nos dois ambientes, e diferentes populações de planta considerou apenas os dados finais, obtidos por ocasião da última coleta de cada cultivar. Os resultados são apresentados na Figura 4 e Tabela 3 a seguir.

O comportamento de acréscimo no acúmulo de MS total apresentaram comportamento com certa similaridade aos resultados obtidos por alguns autores (SILVA, 1985; TEIXEIRA et al., 2000), apesar de diferente aos apresentados em outros trabalhos (SHIMADA; ARF; SÁ, 2000; GOMES et al., 2000; JAUER et al., 2003; ZABOT et al., 2004), sendo o acúmulo e MS total aumentado conforme acrescida a população de plantas.

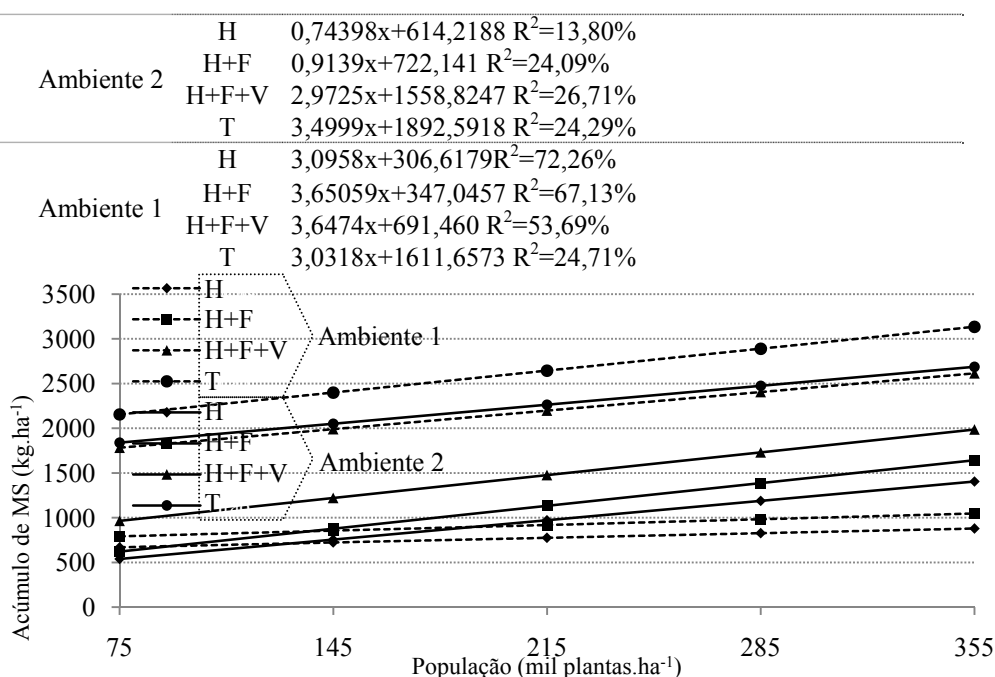


Figura 4 Acúmulo de MS ($\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$) da cultivar Ouro Vermelho em diferentes populações, sob ambiente 1 e ambiente 2, safra primavera-verão 2006/2007. UFLA, 2010

Tabela 3 Média de acúmulo final de MS ($\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$) na cultivar Ouro Vermelho em diferentes populações, sob ambiente 1 e ambiente 2, safra primavera-verão 2006/2007. UFLA, 2010

| Parte da planta | Ambientes | População de plantas ($\text{mil plantas}\cdot\text{ha}^{-1}$) | | | | |
|-----------------|------------|--|-------|-------|-------|-------|
| | | 75 | 145 | 215 | 285 | 355 |
| Haste | Ambiente 2 | 581a | 677a | 1119a | 626a | 867a |
| | ambiente 1 | 627a | 594a | 872a | 1522b | 1247b |
| Haste+folha | Ambiente 2 | 694a | 834a | 1223a | 823a | 1019a |
| | ambiente 1 | 721a | 670a | 1016a | 1837b | 1416a |
| H+F+V | Ambiente 2 | 1665a | 1776b | 3059b | 1790a | 2699b |
| | ambiente 1 | 1152a | 948a | 1223a | 2308a | 1748a |
| Total | Ambiente 2 | 2004a | 2118a | 3744b | 2145a | 3215a |
| | ambiente 1 | 2263a | 1677a | 1595a | 3240b | 2542a |

*Pares de médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem significativamente pelo teste F a 5% de probabilidade.

Avaliando-se o acúmulo final de MS nas partes da planta, os resultados apresentaram-se de maneira semelhante aos resultados de Bulisani (1994) com a cultivar Goiano Precoce, de hábito tipo I. Diferindo, no entanto, das cultivares Carioca (III), Bico de Ouro (III), Rico 23 (II) e Rosinha G2 (III). Os resultados obtidos por El-Husny (1992), também apresentaram a cv. Carioca com superioridade ao presente ensaio.

3.2 Acúmulo de nitrogênio

As análises de variância relativas aos acúmulo de N na haste, haste+folha, haste+folha+vagem e total, podem ser visualizadas nos resumos apresentados na Tabela 2 ANEXO A. Verifica-se que não houve significância da interação tripla, as interações duplas apresentaram-se significativas, exceto a interação população x idade da planta.

Na Figura 5 é apresentada a marcha de acúmulo de N na cultivar Ouro Vermelho. Em função do seu hábito de crescimento (II/III) e do ciclo mais longo, foi a cultivar onde ocorreram os maiores acúmulos de N verificados no estudo.

O ponto de máximo acúmulo de N total ocorreu aos 83 DAE, com 233 kg.ha⁻¹, no ambiente 2. Já no ambiente 1, o acúmulo máximo de N total ocorreu aos 67 DAE, com 313 kg.ha⁻¹.

A interação sistema x população foi significativa nos dois ambientes, para o acúmulo de N em todas as partes da planta, (Tabela 2 ANEXO A). De maneira geral verificou-se que, em ambos os ambientes, o incremento da população aumentou o acúmulo de N.

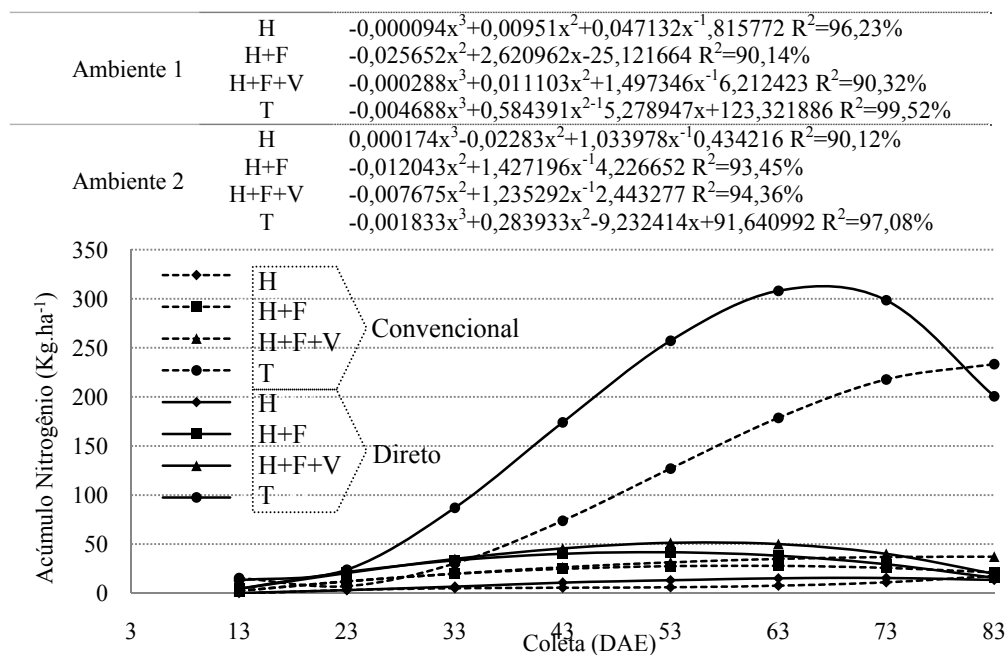


Figura 5 Marcha de acúmulo de Nitrogênio ($\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$) na parte aérea do feijoeiro cultivar Ouro Vermelho em ambiente 1 e ambiente 2 no decorrer do ciclo da cultura, safra primavera-verão 2006/2007. UFLA, 2010

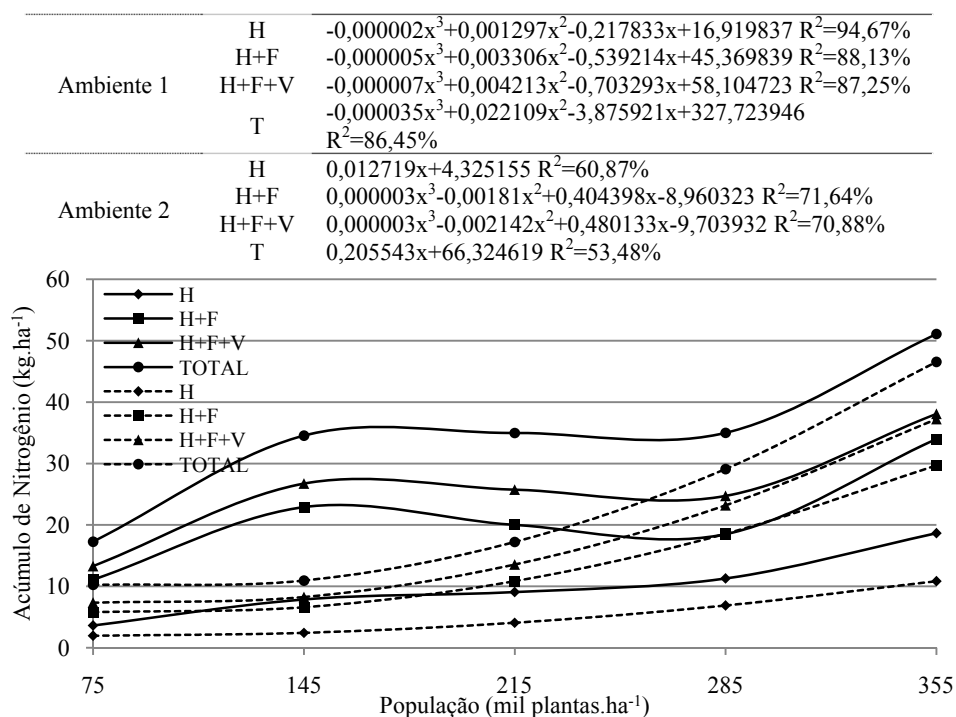


Figura 6 Marcha de acúmulo de Nitrogênio (kg.ha^{-1}) na parte aérea do feijoeiro, cultivar Ouro Vermelho no ambiente 1 e ambiente 2 em função de população de plantas, safra primavera-verão 2006/2007. UFPA, 2010

A cv. Ouro Vermelho ajustou sempre equações cúbicas no ambiente 1, com máximo acúmulo na população de 297 mil plantas. ha^{-1} , com 210 kg.ha^{-1} . Já o ambiente 2, teve equações lineares e cúbicas, apresentando máximo acúmulo de N total na população de 355 mil plantas. ha^{-1} , com 139 kg.ha^{-1} (Figura 6).

Dentro, o desdobramento da interação população x idade da planta mostrou que o efeito da idade não foi significativo. Os valores médios são apresentados na Tabela 4.

Tabela 4 Valores médios do acúmulo de Nitrogênio ($\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$) na parte aérea da cultivar Ouro Vermelho em função de população e partes da planta, safra primavera-verão 2006/2007. UFLA, 2010

| Parte da planta | População ($\text{mil plantas}\cdot\text{ha}^{-1}$) | | | | |
|-----------------|---|-----|-----|-----|-----|
| | 75 | 145 | 215 | 285 | 355 |
| H | 8 | 9 | 11 | 13 | 14 |
| H+F | 17 | 20 | 26 | 29 | 30 |
| H+F+V | 21 | 24 | 31 | 35 | 36 |
| T | 109 | 116 | 146 | 164 | 166 |

Na Figura 7 é apresentado o comportamento do acúmulo final de N, verificado por ocasião da última coleta, em função das populações, nos dois ambientes. O acúmulo de N foi sempre crescente e quase sempre linear. Fato este, que, está de acordo com o relatado por alguns autores, no sentido de que o padrão de acúmulo de N no feijoeiro acompanha o padrão do acúmulo de matéria seca (BULISANI, 1994; EL-HUSNY, 1992).

Na Figura 6 observa-se que não houve diferença significativa entre os sistemas de manejo na população mais baixa ($75 \text{ mil plantas}\cdot\text{ha}^{-1}$). Entretanto, à medida que se incrementou a população, as diferenças entre os sistemas também aumentaram, tornando-se significativas. Nestes casos de significância, o ambiente 1 apresentou maior acúmulo de N, mais uma vez acompanhando, em linhas gerais, o comportamento do acúmulo de matéria seca. O melhor ambiente proporcionado pelo ambiente 1 resultou em maior crescimento das plantas que, por sua vez, acumularam mais N. Este resultado é corroborado por outros como os de Vieira (2006) e Vieira (2009).

Tabela 5 Média de acúmulo final de N ($\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$) na cultivar Ouro Vermelho em diferentes populações, sob ambiente 1 e ambiente 2, safra primavera-verão 2006/2007. UFLA, 2010

| Parte da planta | Sistema | População de plantas ($\text{mil plantas}\cdot\text{ha}^{-1}$) | | | | |
|-----------------|----------|--|------|------|------|------|
| | | 75 | 145 | 215 | 285 | 355 |
| Haste | Ambiente | 15a | 18b | 24b | 20a | 19a |
| | Ambiente | 9a | 9a | 12a | 24a | 19a |
| Haste+folha | Ambiente | 16a | 20a | 25a | 33a | 21a |
| | Ambiente | 11a | 11a | 17a | 22a | 23a |
| H+F+V | Ambiente | 27a | 31b | 48b | 37a | 45b |
| | Ambiente | 16a | 14a | 20a | 41a | 28a |
| Total | Ambiente | 162a | 173a | 302b | 199a | 262a |
| | Ambiente | 185a | 142a | 156a | 317b | 221a |

*Pares de médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem significativamente pelo teste F a 5% de probabilidade.

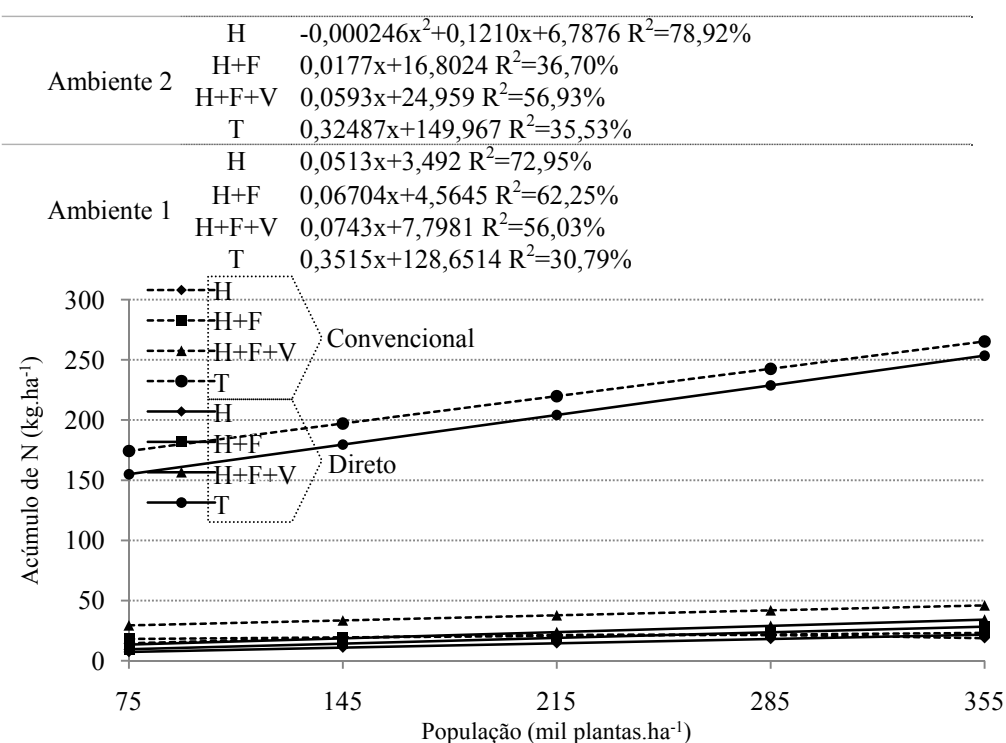


Figura 7 Acúmulo de N ($\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$) da cultivar Ouro Vermelho em diferentes populações, sob ambiente 1 e ambiente 2, safra primavera-verão 2006/2007. UFLA, 2010

Os acúmulos finais de N total apresentaram-se com superioridade aos resultados obtidos por El-Husny (1992), com a cultivar Carioca, e por Bulisani (1994), com as cultivares Carioca, Goiano Precoce, Bico de Ouro, Rosinha G2 e Rico 23.

3.3 Acúmulo Fósforo

As análises de variância relativas ao acúmulo de P na haste, haste+folha, haste+folha+vagem e total estão resumidas na Tabela 3 ANEXO A. Em nenhuma situação houve significância da interação tripla, as demais interações duplas foram significativas, exceto a interação população x idade da planta.

Na cv. Ouro Vermelho a marcha de acúmulo de P nas partes da planta teve ajuste de equações linear e cúbicas (Figura 8) e mostra que o comportamento foi o mesmo das cultivares anteriores. O acúmulo de P total atingiu seu máximo no ambiente 1 aos 65 DAE, com $40,5 \text{ kg.ha}^{-1}$ e, no ambiente 2, aos 80 DAE, com $26,7 \text{ kg.ha}^{-1}$.

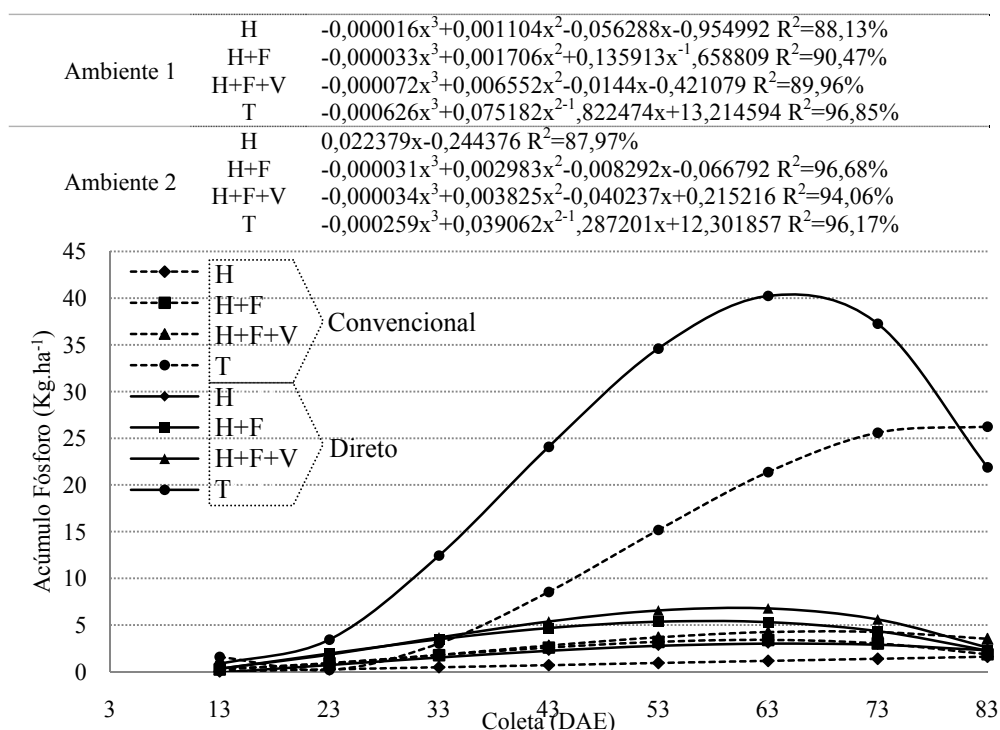


Figura 8 Marcha de acúmulo de Fósforo ($\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$) na parte aérea do feijoeiro cultivar Ouro Vermelho em ambiente 1 e ambiente 2 no decorrer do ciclo da cultura, safra primavera-verão 2006/2007. UFLA, 2010

Nota-se, portanto, que houve maior acúmulo de P no ambiente 1, sistema que também acumulou P mais precocemente. Este fato certamente está relacionado ao maior teor de matéria orgânica e umidade no solo do ambiente 1, o que facilita a nutrição fosfatada. O P chega até a rizosfera radicular basicamente por difusão, processo altamente dependente da umidade do solo, que é significativamente superior no ambiente 1 (STONE; SILVEIRA, 1999; TORRES; PEREIRA; FABIAN, 2008).

O acúmulo de P apresentou interação sistema x população significativa para todas as partes da planta, nos dois ambientes (Tabelas 3 ANEXO A). As

equações ajustadas nos respectivos sistemas de manejo e parte da planta estão apresentadas na Figura 9.

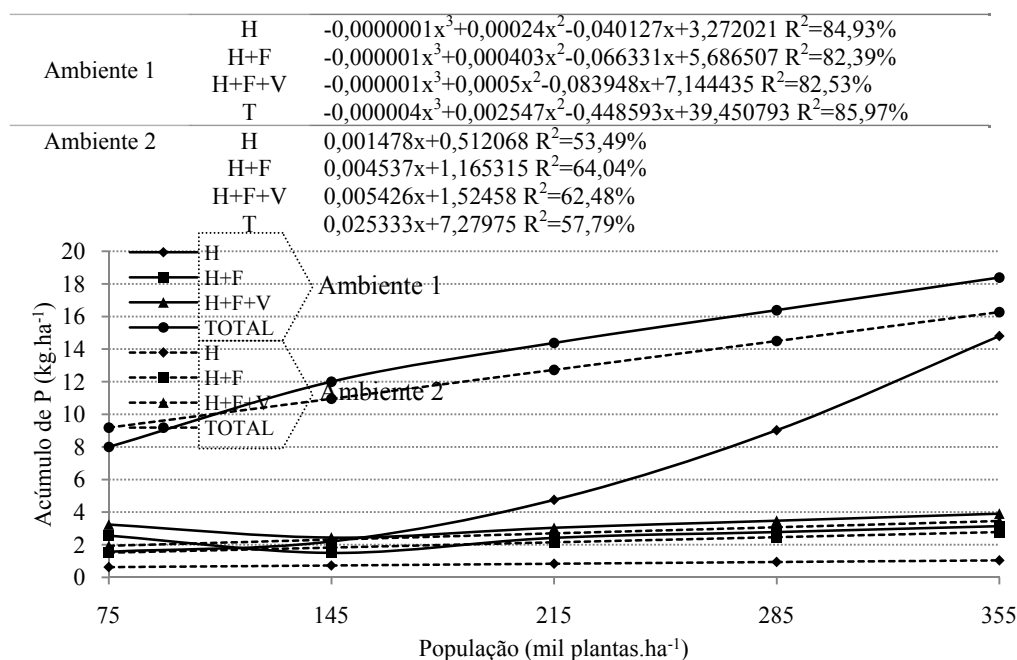


Figura 9 Acúmulo de Fósforo (kg.ha⁻¹) na parte aérea da cultivar Ouro Vermelho em função de população de plantas dentro de cada sistema de manejo, safra primavera-verão 2006/2007. UFLA, 2010

Foram ajustadas equações cúbicas em todas partes da planta no ambiente 1, com máximo acúmulo na população de 300 mil plantas.ha⁻¹ com 26 kg.ha⁻¹. No ambiente 2 todas as partes da planta apresentaram ajuste a equações lineares, com máximo acúmulo de P na população 355 mil plantas.ha⁻¹, com 16 kg.ha⁻¹, sugerindo maior acúmulo em populações maiores.

Verificou-se, portanto, que o acúmulo de P nos feijoeiros aumentou com o incremento da população de plantas. Esse acúmulo foi crescente até às maiores populações (300 a 355 mil plantas.ha⁻¹), apresentando comportamento uniforme,

conforme descrito e obtido por Costa (1983), com as cultivares Canário 107 (tipo I), Michoacan 12A3 (II), Negro 150 (IV) e Flor de Mayo X16441 (IV).

Dentro, o desdobramento da interação população x idade da planta mostrou que o efeito da idade não foi significativo. Os valores médios são apresentados na Tabela 6.

Tabela 6 Valores médios do acúmulo de Fósforo ($\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$) na parte aérea da cultivar Ouro Vermelho em função de populações e idades da planta, safra primavera-verão 2006/2007. UFLA, 2010

| Parte da planta | População ($\text{mil plantas}\cdot\text{ha}^{-1}$) | | | | |
|-----------------|---|------|------|------|------|
| | 75 | 145 | 215 | 285 | 355 |
| H | 1,0 | 1,2 | 1,3 | 1,7 | 1,7 |
| H+F | 2,0 | 2,4 | 2,9 | 3,4 | 3,4 |
| H+F+V | 2,5 | 2,8 | 3,5 | 4,1 | 4,1 |
| T | 13,4 | 14,2 | 17,4 | 20,3 | 21,2 |

Na Figura 10 estão apresentados os comportamentos do acúmulo final de P, verificado por ocasião da última coleta, em função das populações, nos dois ambientes. O acúmulo de P foi sempre crescente. Este resultado acompanhou o já descrito para os acúmulos de matéria seca e nitrogênio e é corroborado por Vieira (2006).

Na Tabela 7 observa-se que não houve diferença significativa entre os sistemas de manejo na população mais baixa ($75 \text{ mil plantas}\cdot\text{ha}^{-1}$). Entretanto, à medida que se aumentou a população, as diferenças entre os sistemas aumentaram, tornando-se significativas, o ambiente 1 apresentou maior acúmulo de P, também acompanhando, em linhas gerais os comportamentos dos acúmulos de matéria seca e de nitrogênio. Estes resultados são corroborados por outros, obtidos por Vieira (2006).

Tabela 7 Média de acúmulo final de P (kg.ha⁻¹) na cultivar Ouro Vermelho em diferentes populações, sob ambiente 1 e ambiente 2, safra primavera-verão 2006/2007. UFLA, 2010

| Parte da planta | Sistema | População de plantas (mil plantas.ha ⁻¹) | | | | |
|-----------------|------------|--|-------|-------|-------|-------|
| | | 75 | 145 | 215 | 285 | 355 |
| H | Ambiente 2 | 1,4a | 2,0a | 2,1a | 1,5a | 1,9a |
| | Ambiente 1 | 1,5a | 1,7a | 2,2a | 4,0b | 3,0b |
| H+F | Ambiente 2 | 1,5a | 2,2a | 2,3a | 1,8a | 2,1a |
| | Ambiente 1 | 1,6a | 1,8a | 2,5a | 4,5b | 3,3a |
| H+F+V | Ambiente 2 | 3,2a | 3,4a | 4,4a | 3,2a | 4,7a |
| | Ambiente 1 | 2,1a | 2,2a | 2,8a | 5,3b | 3,9a |
| Total | Ambiente 2 | 19,2a | 19,6a | 32,6b | 20,0a | 30,6a |
| | Ambiente 1 | 19,0a | 17,7a | 17,4a | 35,5b | 29,5a |

*Pares de médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem significativamente pelo teste F a 5% de probabilidade.

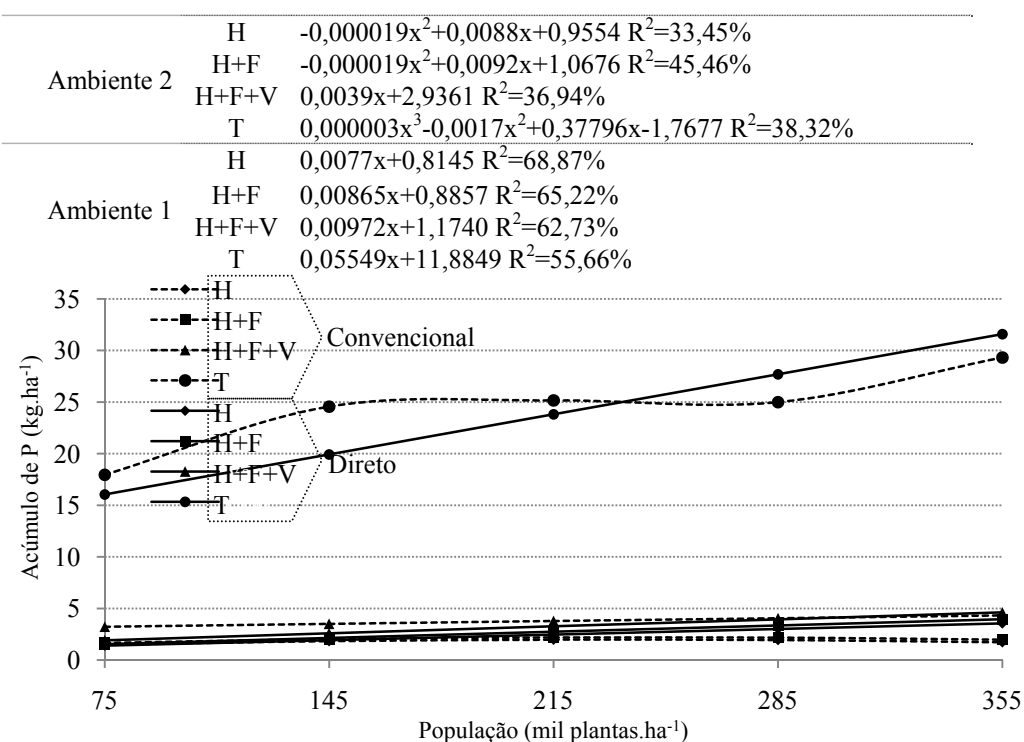


Figura 10 Acúmulo de P (kg.ha⁻¹) da cultivar Ouro Vermelho em diferentes populações, sob ambiente 1 e ambiente 2, safra primavera-verão 2006/2007. UFLA, 2010

Os acúmulos finais de P apresentaram-se, com muita semelhança, mas superando, não raras ocasiões, aos resultados obtidos por Bulisani (1994) e El-Husny (1992).

3.4 Acúmulo Potássio

As análises de variância relativas ao acúmulo de K na haste, haste+folha, haste+folha+vagem e total estão resumidas na Tabela 4 ANEXO A. Em nenhuma situação houve significância da interação tripla, as interações duplas foram significativas, exceto a interação população x idade da planta.

Conforme representado na Figura 11, a marcha de acúmulo de K também apresentou interação sistema x idade da planta significativa para todas as partes da planta, nos dois ambientes. No ambiente 1, a equação cúbica ajustada, sugeriu máximo de $184 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$ aos 69 DAE. No ambiente 2, o máximo se deu aos 83 DAE e conforme sugerido pelo ajuste de equação cúbica, foi da ordem de $182 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$ (Figura 11).

Verifica-se, portanto, que assim como aconteceu para N e P, as quatro cultivares apresentaram maior acúmulo de K total no ambiente 1, em comparação ao ambiente 2. Este resultado está associado ao elevado teor de K na palhada do ambiente 1 e à maior CTC do solo, decorrente do maior teor de matéria orgânica.

A cv. Ouro Vermelho apresentou ajuste de equações cúbicas em todas as partes da planta, em ambos sistemas, com máximo acúmulo na população de 296 mil plantas. ha^{-1} ($119 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$) no sistema ambiente 1, e na população de 355 mil plantas. ha^{-1} ($46 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$) com curva ascendente, no ambiente 2 (Figura 12).

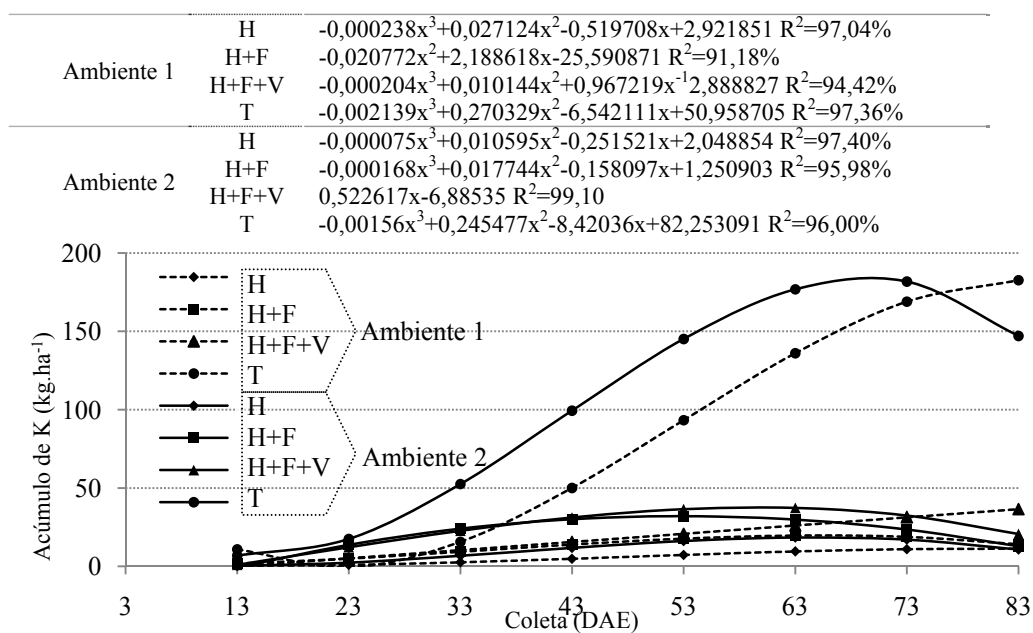


Figura 11 Marcha de acúmulo de Potássio ($\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$) na parte aérea do feijoeiro cultivar Ouro Vermelho em ambiente 1 e ambiente 2 no decorrer do ciclo da cultura, safra primavera-verão 2006/2007. UFLA, 2010

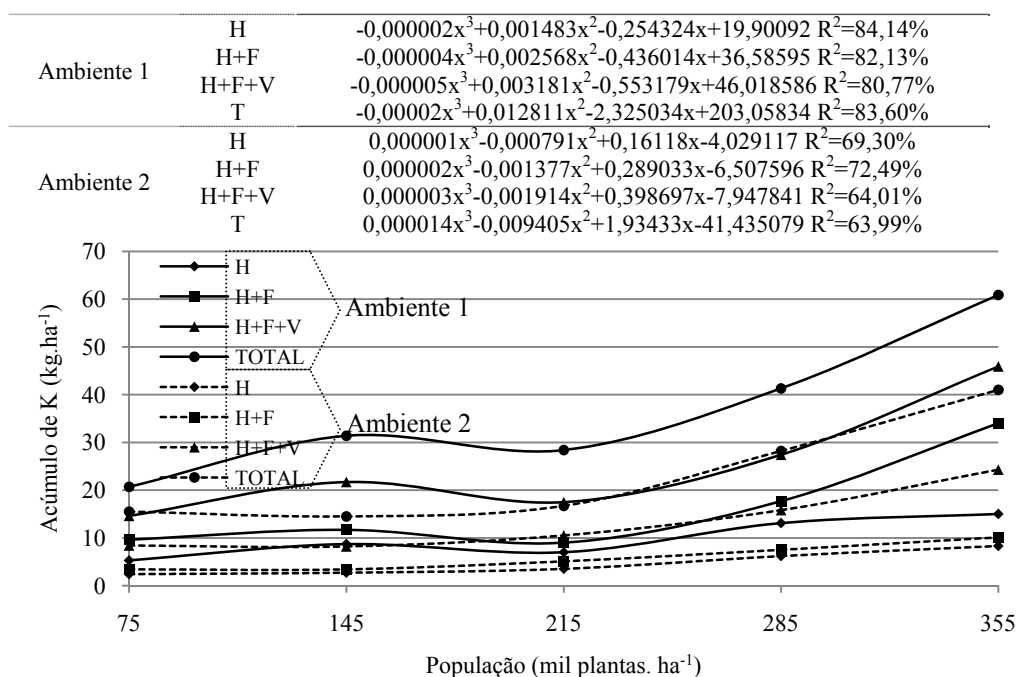


Figura 12 Acúmulo de Potássio (kg.ha^{-1}) na parte aérea da cultivar Ouro Vermelho em função de população de plantas dentro de cada sistema de manejo, safra primavera-verão 2006/2007. UFLA, 2010

A cultivar do presente estudo apresentou desdobramento da interação população x idade da planta não significativo.

Tabela 8 Valores médios de acúmulo de Potássio (kg.ha^{-1}) na parte aérea da cultivar Ouro Vermelho em função de população e partes da planta, safra primavera-verão 2006/2007. UFLA, 2010

| Parte da planta | População (mil plantas.ha ⁻¹) | | | | |
|-----------------|---|------|------|-------|-------|
| | 75 | 145 | 215 | 285 | 355 |
| H | 6,1 | 6,9 | 8,1 | 10,0 | 10,0 |
| H+F | 12,4 | 14,2 | 16,6 | 20,0 | 19,9 |
| H+F+V | 16,4 | 17,9 | 21,7 | 24,6 | 25,5 |
| T | 75,1 | 78,8 | 94,8 | 102,7 | 112,5 |

A cultivar Ouro Vermelho apresentou acúmulos de K crescentes com o incremento da população.

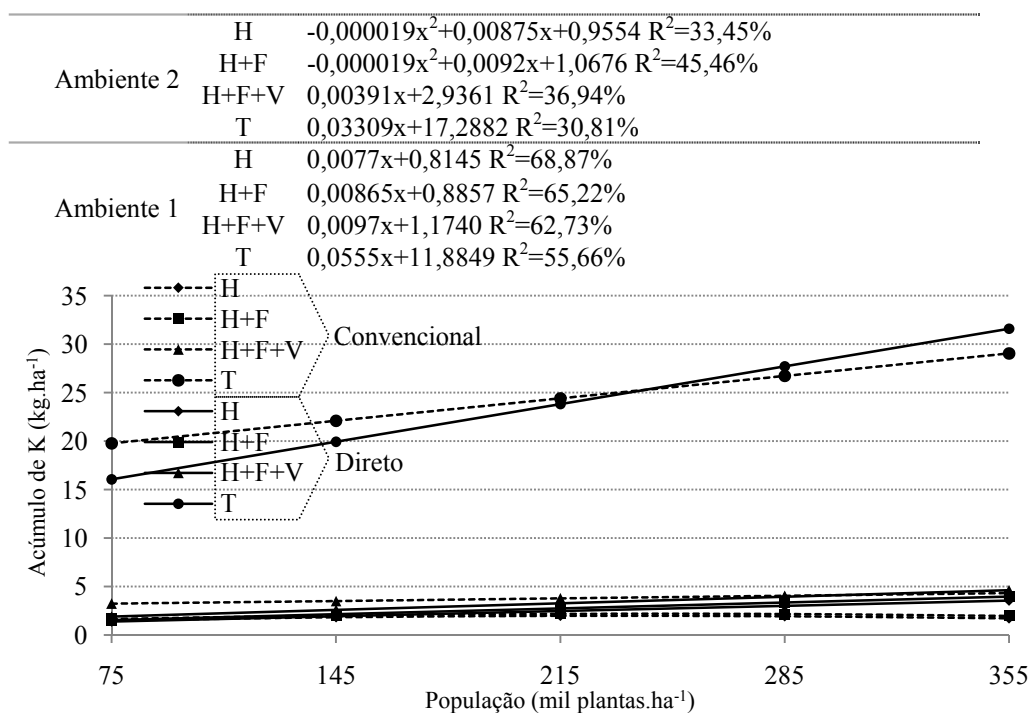


Figura 37. Acúmulo de K (kg.ha⁻¹) da cultivar Ouro Vermelho em diferentes populações, sob ambiente 1 e ambiente 2, safra primavera-verão 2006/2007. UFLA, 2010

Na Tabela 9 observa-se que não houve diferença significativa entre os sistemas de manejo na população menor (75mil plantas.ha⁻¹). Entretanto, à medida que se incrementou a população, as diferenças passaram a ser significativas. Na maioria dos casos de significância os maiores acúmulos de K apresentados ocorreram no ambiente 1, e sempre acompanhando o comportamento do acúmulo de matéria seca, nitrogênio e fósforo. Resultados esses, que concordam com Vieira (2009).

Tabela 9 Média de acúmulo de K ($\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$) da cultivar Ouro Vermelho em diferentes populações, sob ambiente 1 e ambiente 2, safra primavera-verão 2006/2007. UFLA, 2010

| Parte da planta | Sistema | População de plantas ($\text{mil plantas}\cdot\text{ha}^{-1}$) | | | | |
|-----------------|------------|--|-------|-------|-------|-------|
| | | 75 | 145 | 215 | 285 | 355 |
| Haste | Ambiente 2 | 1,4a | 2,0a | 2,1a | 1,5a | 1,9a |
| | Ambiente 1 | 1,5a | 1,7a | 2,2a | 4,0b | 3,0b |
| Haste+folha | Ambiente 2 | 1,5a | 2,2a | 2,3a | 1,8a | 2,1a |
| | Ambiente 1 | 1,7a | 1,8a | 2,5a | 4,5b | 3,3a |
| H+F+V | Ambiente 2 | 3,2a | 3,4a | 4,4a | 3,2a | 4,7a |
| | Ambiente 1 | 2,1a | 2,2a | 2,8a | 5,3b | 3,9a |
| Total | Ambiente 2 | 19,2a | 19,6a | 32,6b | 20,0a | 30,6a |
| | Ambiente 1 | 19,0a | 17,7a | 17,4a | 35,5b | 29,5a |

Médias seguidas de mesma letra são semelhantes sob o teste F a 5% de variância entre os sistemas de manejo, em cada parte da planta.

Os acúmulos finais de K apresentou-se, em todas partes da planta, com inferioridade aos resultados obtidos por Bulisani (1994) e El-Husny (1992), sempre com superioridade aos resultados obtidos por esses autores.

3.5 Acúmulo Cálcio

As análises de variância relativas ao acúmulo de Ca na haste, haste+folha, haste+folha+vagem e total, podem ser visualizadas nos resumos apresentados na Tabela 5 ANEXO A. Verifica-se que não houve significância da interação tripla, e que as interações sistema x população e sistema x idade da planta foram significativas. As demais não.

O desdobramento da interação sistema x idade da planta para a marcha de acúmulo de Ca pode ser observada na Figura 14. As partes da planta com interação significativa foram haste e total. O acúmulo de Ca total atingiu seu máximo no ambiente 1 aos 71 DAE, com $127 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$, e no ambiente 2 aos 80 DAE, com $144 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ (Figura 14).

Deve ser observado que, houve maior acúmulo de Ca no ambiente 1. Este resultado já havia sido constatado não só para o acúmulo de matéria seca da parte aérea, mas também para o acúmulo de N, P e K.

Para a cv. Ouro Vermelho, ambiente 1, ocorreu máximo acúmulo na população de 296 mil plantas.ha⁻¹, com 84 kg.ha⁻¹. No ambiente 2 o máximo acúmulo de Ca ocorreu na população 355 mil plantas.ha⁻¹, com 82 kg.ha⁻¹.

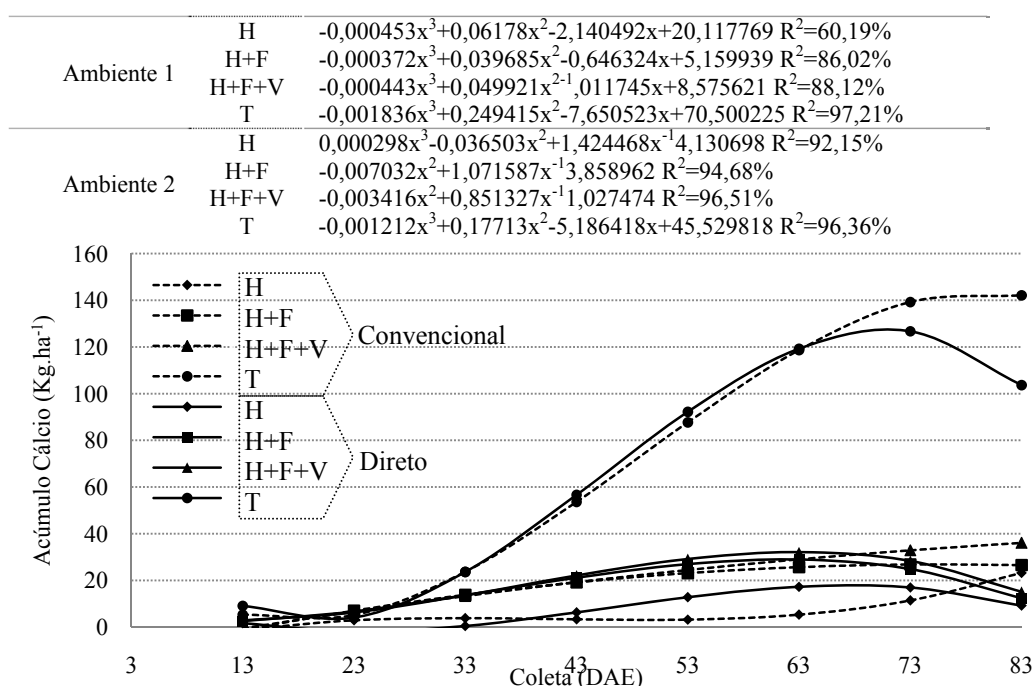


Figura 14 Marcha de acúmulo de Cálcio (kg.ha⁻¹) na parte aérea do feijoeiro cultivar Ouro Vermelho em ambiente 1 e ambiente 2 no decorrer do ciclo da cultura, safra primavera-verão 2006/2007. UFLA, 2010

Depreende-se, portanto, que, de maneira geral, quanto maior a população de plantas, maior o acúmulo de Ca na parte aérea dos feijoeiros.

Os valores médios de acúmulo de Ca, em função das populações de planta podem ser observados na Tabela 10.

Tabela 10 Valores médios de acúmulo de Cálcio ($\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$) na parte aérea da cultivar Ouro Vermelho em função da população e partes da planta, safra primavera-verão 2006/2007. UFLA, 2010

| Parte da planta | População ($\text{mil plantas}\cdot\text{ha}^{-1}$) | | | | |
|-----------------|---|-----|-----|-----|-----|
| | 75 | 145 | 215 | 285 | 355 |
| H | 5 | 6 | 8 | 8 | 9 |
| H+F | 12 | 15 | 20 | 20 | 21 |
| H+F+V | 14 | 16 | 23 | 22 | 23 |
| T | 53 | 59 | 77 | 77 | 81 |

O comportamento do acúmulo de Ca não foi diferenciado em cada população de plantas, mas houve acréscimo do acúmulo com o incremento da população.

Na Figura 15 é apresentado o comportamento do acúmulo final de Ca, verificado por ocasião da última coleta, em função das populações, nos dois ambientes. O acúmulo de Ca foi sempre crescente, porém este efeito foi pouco expressivo.

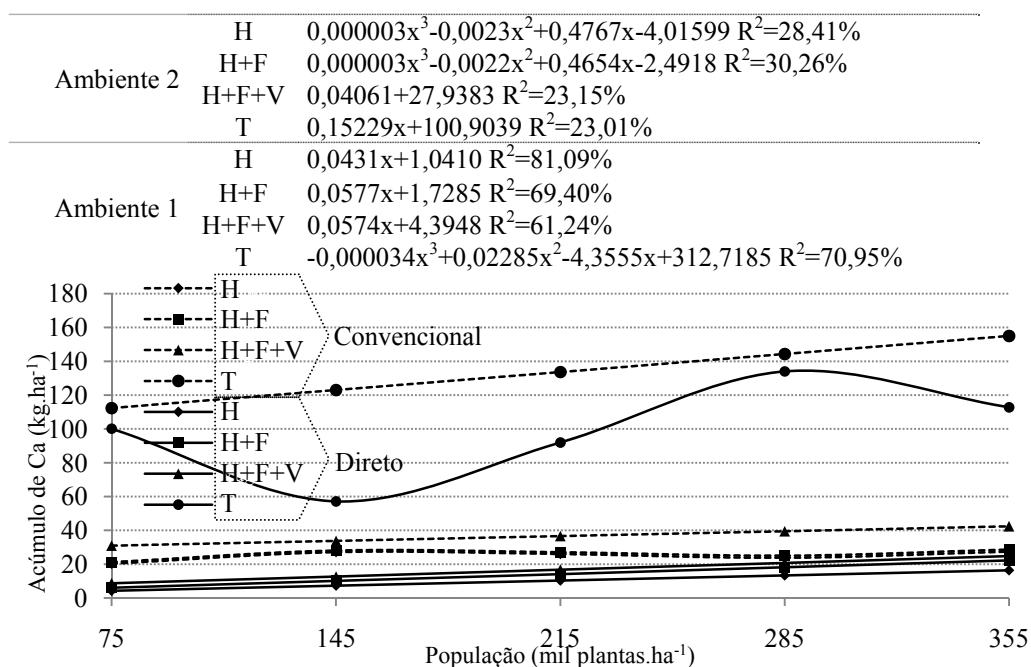


Figura 15 Acúmulo final de Ca ($\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$) da cultivar Ouro Vermelho em diferentes populações, sob ambiente 1 e ambiente 2, safra primavera-verão 2006/2007. UFLA, 2010

Na Tabela 11 são apresentados os valores médios do acúmulo final de Ca em função de parte da planta e sistema de plantio.

Tabela 11 Valores médios de acúmulo final de Ca ($\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$) na cultivar Ouro Vermelho em função de população e sistemas de manejo, safra primavera-verão 2006/2007. UFLA, 2010

| Parte da planta | Ambiente | População de plantas ($\text{mil plantas}\cdot\text{ha}^{-1}$) | | | | |
|-----------------|------------|--|--------|--------|--------|---------|
| | | 75 | 145 | 215 | 285 | 355 |
| Haste | Ambiente 2 | 21,4b | 22,6b | 32,8b | 19,3a | 28,6b |
| | Ambiente 1 | 5,3a | 6,5a | 7,7a | 16,8a | 15,3a |
| Haste+folha | Ambiente 2 | 22,3b | 23,7b | 33,7b | 20,7a | 29,7a |
| | Ambiente 1 | 7,4a | 8,2a | 10,8a | 25,0a | 19,2a |
| H+F+V | Ambiente 2 | 28,8b | 31,5b | 49,3b | 29,7a | 43,9b |
| | Ambiente 1 | 10,4a | 10,6a | 12,6a | 28,7a | 21,3a |
| Total | Ambiente 2 | 107,9a | 109,6a | 180,8b | 107,8a | 162,12b |
| | Ambiente 1 | 95,8a | 74,5a | 65,9a | 151,4a | 108,4a |

Médias seguidas de mesma letra são semelhantes sob o teste F a 5% de variância entre os sistemas de manejo, em cada parte da planta.

Em comparação aos resultados obtidos por Bulisani (1994) e El-Husny (1992), o presente trabalho, apresentou acúmulos finais de Ca superiores aos das cultivares Carioca, Bico de Ouro, Goiano Precoce, Rico 23 e Rosinha G2 (Bulisani, 1994) e Carioca (El-Husny, 1992), principalmente nos grãos e na parte aérea total.

3.6 Acúmulo Magnésio

As análises de variância relativas ao acúmulo de Mg na haste, haste+folha, haste+folha+vagem e total estão resumidas na Tabela 6 ANEXO A. Em nenhuma situação houve significância da interação tripla, as demais interações duplas foram significativas, exceto população x idade da planta.

A Figura 16 representa o desdobramento da interação sistema x idade da planta no experimento da cultivar Ouro Vermelho para marcha de acúmulo de Mg. O acúmulo de Mg atingiu, no sistema ambiente 1, aos 69 DAE, 42 kg.ha⁻¹ de máximo; no ambiente 2, ele foi de 32 kg.ha⁻¹ aos 76 DAE (Figura 16).

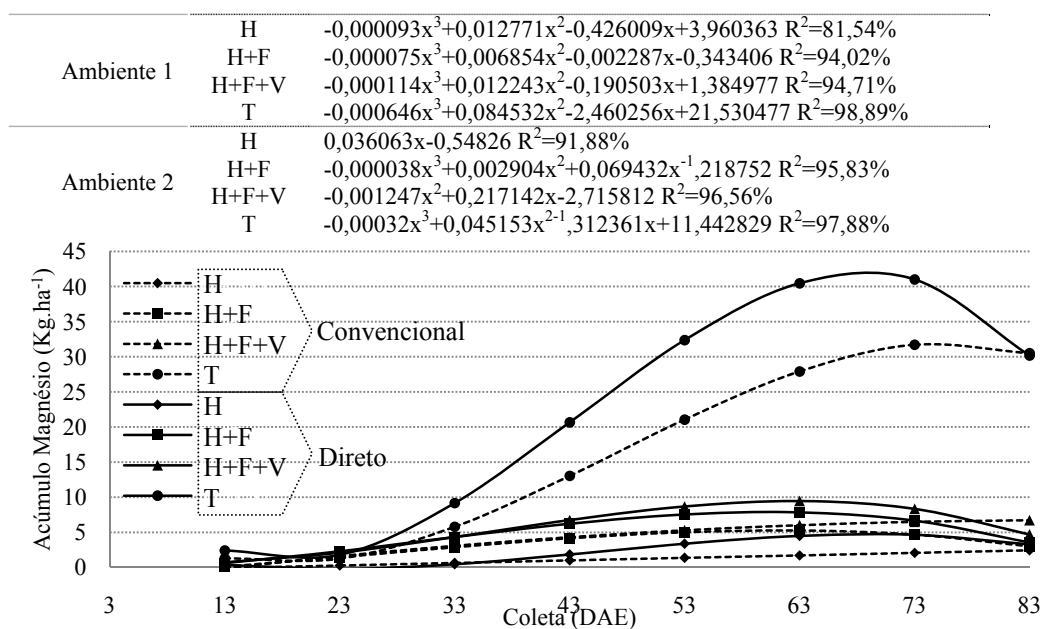


Figura 16 Marcha de acúmulo de Magnésio (kg.ha^{-1}) na parte aérea do feijoeiro cultivar Ouro Vermelho em ambiente 1 e ambiente 2 no decorrer do ciclo da cultura, safra primavera-verão 2006/2007. UFLA, 2010

Observa-se que, houve maior acúmulo de Mg no ambiente 1, resultado que já foi constatado para acúmulo de MS, N, P, K e Ca.

O acúmulo de Mg apresentou efeito significativo da população para todas as partes da planta, nos dois ambientes.

A cv. Ouro Vermelho (Figura 17), no ambiente 1, ajustou equações cúbicas, com máximo acúmulo de Mg total na população de 272 mil plantas.ha⁻¹ (22 kg.ha⁻¹) e equações lineares, no ambiente 2, com ápice, na população 355 mil plantas.ha⁻¹ (21 kg.ha⁻¹).

Observa-se que ocorreu maior acúmulo de Mg total no ambiente 1, comparando ao ambiente 2. Este comportamento é o mesmo verificado para o acúmulo de matéria seca, N, P, K e Ca.

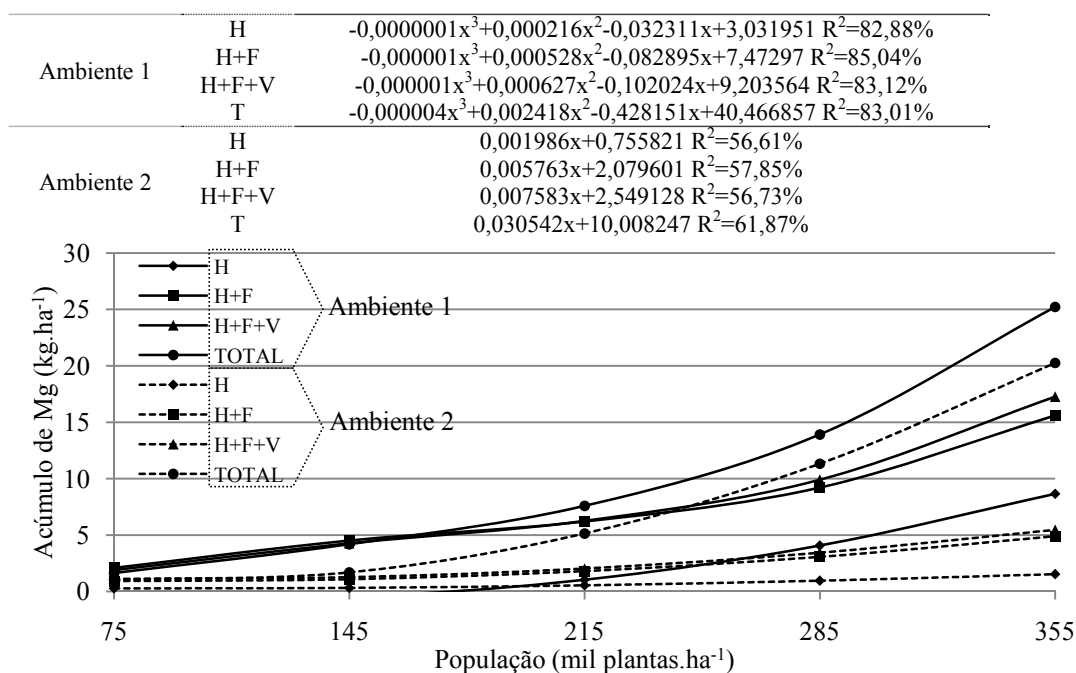


Figura 17 Acúmulo de Magnésio (kg.ha⁻¹) na parte aérea da cultivar Ouro Vermelho em função de população de plantas dentro de cada sistema de manejo, safra primavera-verão 2006/2007. UFLA, 2010

De maneira geral, portanto, à medida que se aumenta a população, aumenta o acúmulo de magnésio.

Semelhantemente ao ocorrido nos acúmulos de matéria seca, nitrogênio, fósforo, potássio e cálcio o comportamento do acúmulo de Mg em função da população de plantas aumentou conforme acrescida a população.

A cultivar Ouro Vermelho, apresentou interação população x idade da planta não significativa, e os valores médios podem ser observados na Tabela 12, à exceção da porção haste, cuja interação foi significativa. As equações ajustadas e os respectivos pontos de máximo acúmulo de Mg deste caso estão apresentados na Tabela 13.

Na Tabela 12 verifica-se que o acúmulo de Mg em função das populações, apresentou acréscimos que acompanharam o aumento da população.

Tabela 12 Média de acúmulo de Magnésio ($\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$) na parte aérea da cultivar Ouro Vermelho referente às regressões do desdobramento da interação de idade da planta dentro de cada população de plantas, safra primavera-verão 2006/2007. UFLA, 2010

| Parte da planta | População ($\text{mil plantas}\cdot\text{ha}^{-1}$) | | | | |
|-----------------|---|------|------|------|------|
| | 75 | 145 | 215 | 285 | 355 |
| H | * | * | * | * | * |
| H+F | 3,1 | 3,5 | 4,5 | 5,0 | 4,6 |
| H+F+V | 3,7 | 4,1 | 5,4 | 5,8 | 5,5 |
| T | 15,8 | 16,3 | 20,5 | 22,2 | 22,3 |

Na Figura 18 é apresentado o comportamento do acúmulo final de Mg em função das populações, nos dois ambientes. A equação ajustada foi do terceiro grau, apresentando comportamento pouco coerente (Figura 18).

Tabela 13 Equações das curvas ajustadas e máximo acúmulo de Mg ($\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$) na haste da cultivar Ouro Vermelho em função da população, safra primavera-verão 2006/2007. UFLA, 2010

| POP ($\text{plantas}\cdot\text{ha}^{-1}$) | Equação | R ² (%) | DAE* | Max. |
|---|---|--------------------|------|------|
| 75,000 | $0,041282x-0,73944$ | 93,86 | 83 | 2,69 |
| 145,000 | $-0,000046x^3+0,006414x^2-0,209897x+1,936295$ | 93,22 | 71,8 | 2,91 |
| 215,000 | $-0,000045x^3+0,006157x^2-0,183286x+1,619721$ | 88,77 | 72,5 | 3,55 |
| 285,000 | $-0,000044x^3+0,00607x^2-0,176102x+1,550922$ | 82,00 | 73,9 | 3,93 |
| 355,000 | $-0,00004x^3+0,005515x^2-0,154051x+1,325638$ | 80,04 | 74,7 | 3,92 |

Na Tabela 14 são apresentados os valores médios do acúmulo final de Mg em função de parte da planta e sistema de plantio.

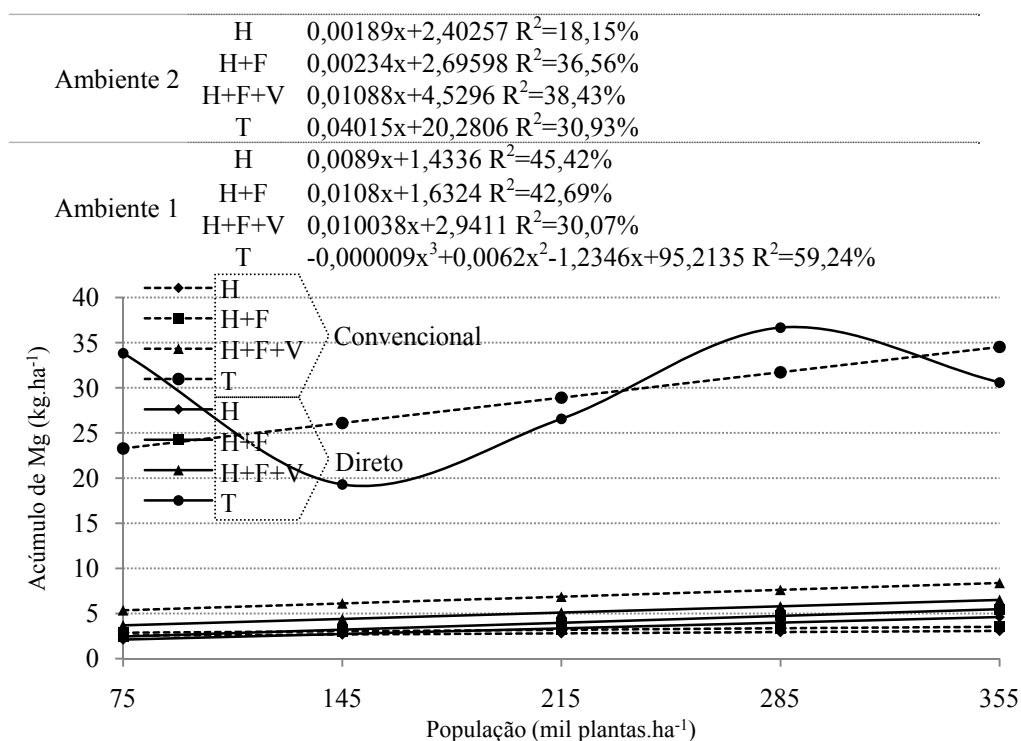


Figura 18 Acúmulo de Mg ($\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$) da cultivar Ouro Vermelho em diferentes populações, sob ambiente 1 e ambiente 2, safra primavera-verão 2006/2007. UFLA, 2010

Tabela 14 Valores médios do acúmulo final de Mg ($\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$) da cultivar Ouro Vermelho em função de populações, sob ambiente 1 e ambiente 2, safra primavera-verão 2006/2007. UFLA, 2010

| Parte da planta | Ambiente | População de plantas ($\text{mil plantas}\cdot\text{ha}^{-1}$) | | | | |
|-----------------|------------|--|-------|-------|-------|-------|
| | | 75 | 145 | 215 | 285 | 355 |
| H | Ambiente 2 | 2,6a | 2,4a | 3,4a | 2,3a | 3,3a |
| | Ambiente 1 | 2,4a | 2,4a | 2,4a | 5,7b | 3,9a |
| H+F | Ambiente 2 | 2,9a | 2,8a | 3,6a | 2,9a | 3,7a |
| | Ambiente 1 | 2,8a | 2,8a | 2,9a | 7,0b | 4,4a |
| H+F+V | Ambiente 2 | 5,2a | 5,2a | 9,3b | 6,1a | 8,6b |
| | Ambiente 1 | 4,3a | 3,8a | 3,5a | 8,5a | 5,4a |
| Total | Ambiente 2 | 22,6a | 22,0a | 39,7b | 25,2a | 35,1a |
| | Ambiente 1 | 32,5a | 24,7a | 18,5a | 42,1b | 29,2a |

Médias seguidas de mesma letra são semelhantes sob o teste F a 5% de variância entre os sistemas de manejo, em cada parte da planta.

Da mesma forma que o acúmulo final de MS, N, P, K e Ca, o acúmulo final de Mg apresentou-se com divergências entre os sistemas de manejo, a partir das populações maiores que 145 mil plantas.ha⁻¹. Com superioridade por parte do ambiente 1, dada a exceção da cv. Ouro Vermelho que apresentou o ambiente 2 com maior acúmulo final de Ca em três ocasiões, a despeito de duas vezes do ambiente 1.

Observa-se que, na população mais baixa (75 mil plantas.ha⁻¹) houve diferenças significativas, maiores diferenças entre os sistemas, a favor do ambiente 1, foram observados nas populações de 145 e 215 mil plantas.ha⁻¹.

O acúmulo final de Mg na cultivar Ouro Vermelho apresentou-se com tendência de superioridade em quase todas as partes das plantas, em se comparando com as cultivares Carioca, Bico de Ouro, Goiano Precoce, Rico 23 e Rosinha G2 (BULISANI, 1994) e Carioca (EL-HUSNY 1992), as quais apresentaram maiores valores no acúmulo de Mg final superiores apenas nas vagens.

3.7 Acúmulo Enxofre

As análises de variância relativas ao acúmulo de S na haste, haste+folha, haste+folha+vagem e total estão resumidas na Tabela 7 ANEXO A. Em nenhuma situação houve significância da interação tripla, as demais interações duplas foram significativas, exceto a interação população x idade da planta.

A Figura 19 demonstra que também houve efeito significativo da idade da planta sobre a marcha de acúmulo de enxofre na cv. Ouro Vermelho. O máximo acúmulo de S total ocorreu com 26 kg.ha⁻¹, aos 76 DAE, no ambiente 2; o sistema ambiente 1 apresentou 19 kg.ha⁻¹, aos 65 DAE (Figura 19).

Da mesma forma já observada para os demais macronutrientes, verifica-se, pois, que o acúmulo total de S foi superior no ambiente 1, quando comparado ao acúmulo no ambiente 2

O desdobramento da interação sistema x população mostrou efeito significativo das populações em todas as partes da planta, nos dois ambientes (Figura 20).

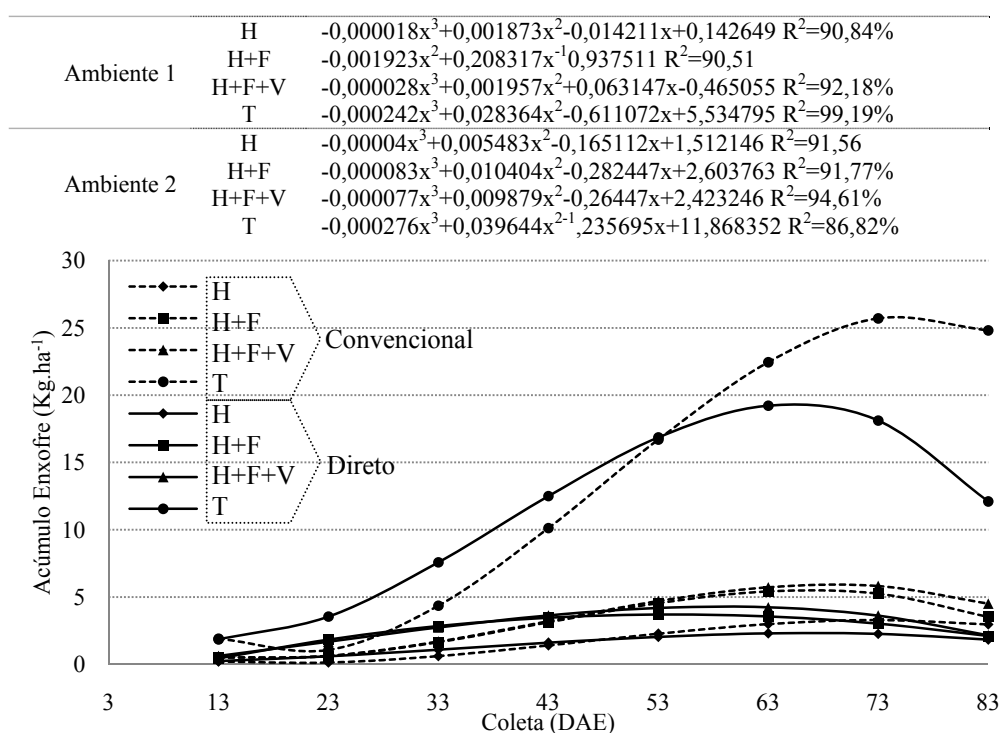


Figura 19 Marcha de acúmulo de Enxofre (kg.ha^{-1}) na parte aérea do feijoeiro cultivar Ouro Vermelho em ambiente 1 e ambiente 2 no decorrer do ciclo da cultura, safra primavera-verão 2006/2007. UFLA, 2010

Os resultados apresentaram ajuste de equações cúbicas em todas partes da planta nos dois sistema cultivo, com máximo acúmulo de S total na população de 355 mil plantas. ha^{-1} com $18,5 \text{ kg.ha}^{-1}$ com curva ainda ascendente,

no ambiente 2; e na população de 355 mil plantas.ha⁻¹ com 27,4 kg.ha⁻¹ no sistema ambiente 1 sendo o ápice da curva aos 27,6 kg.ha⁻¹ na população de 372 mil plantas.ha⁻¹, fora das populações estudadas no presente trabalho, conforme a equação sugere (Figura 20).

Verifica-se portanto que, de maneira geral, quanto maior a população, maior o acúmulo de S na parte aérea do feijoeiro.

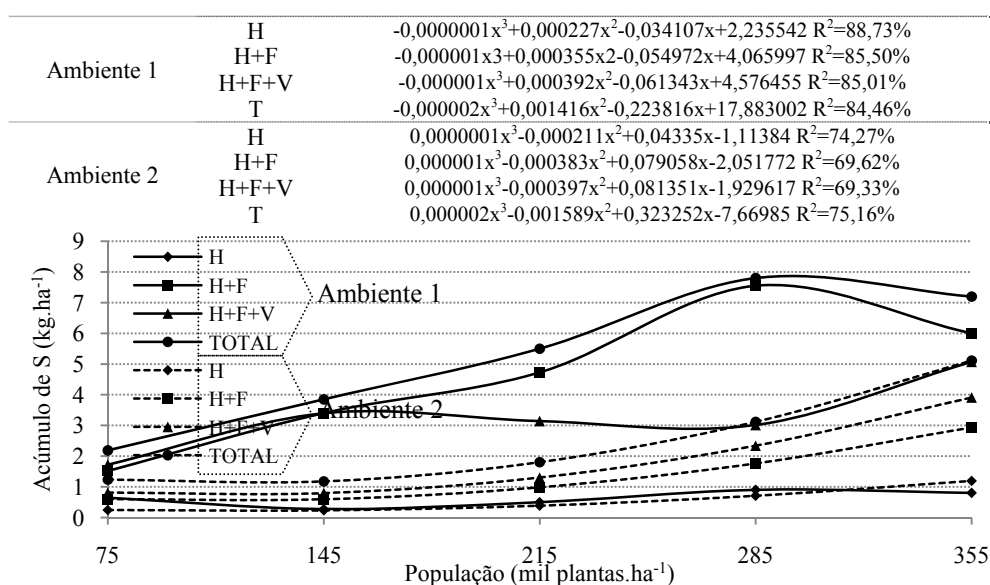


Figura 20 Acúmulo de Enxofre (kg.ha⁻¹) na parte aérea da cultivar Ouro Vermelho em função de população e partes da planta dentro de cada sistema de manejo, safra primavera-verão 2006/2007. UFLA, 2010

O comportamento do acúmulo de S total apresentou-se de forma diferenciada em relação ao acúmulo de MS, N, P, K, Ca e Mg, uma vez que apresentou o ambiente 2 sobressaindo-se ao ambiente 1 no final do ciclo.

Os valores médios de acúmulo de S, em função das populações podem ser observados na Tabela 15 O comportamento quanto ao acúmulo de S não foi

diferenciado em cada população, mas houve acréscimo no acúmulo com incremento da população.

Tabela 15 Valores médios de acúmulo de Enxofre ($\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$) na parte aérea da cultivar Ouro Vermelho em função de idade da planta dentro de cada população de plantas, safra primavera-verão 2006/2007. UFLA, 2010

| Parte da planta | População ($\text{mil plantas}\cdot\text{ha}^{-1}$) | | | | |
|-----------------|---|------|------|------|------|
| | 75 | 145 | 215 | 285 | 355 |
| H | 0,9 | 1,3 | 1,7 | 1,9 | 2,1 |
| H+F | 1,9 | 2,4 | 3,1 | 3,3 | 3,6 |
| H+F+V | 2,1 | 2,6 | 3,3 | 3,6 | 3,9 |
| T | 8,5 | 10,5 | 13,1 | 14,1 | 16,0 |

Na Figura 21 é apontado o comportamento do acúmulo final de S, verificado por ocasião da última coleta, em função das populações, nos dois ambientes. O acúmulo total foi sempre crescente.

Na Tabela 16 são apresentados os valores médios do acúmulo final de S em função de parte da planta e sistema de manejo.

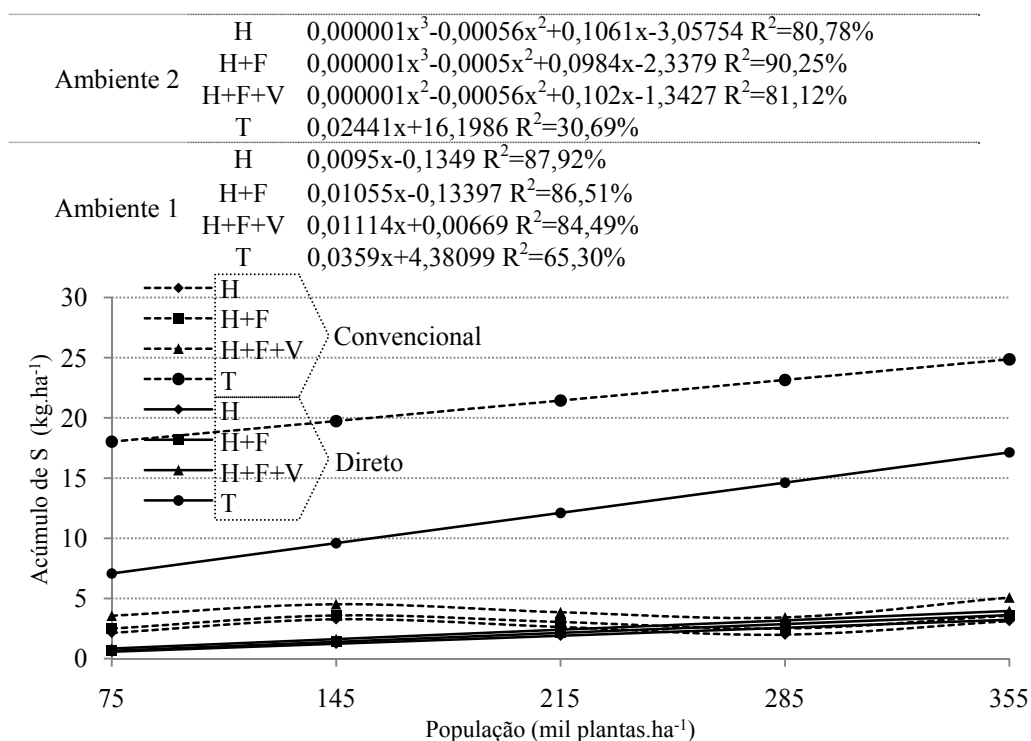


Figura 21 Acúmulo de S (kg.ha^{-1}) da cultivar Ouro Vermelho em diferentes populações, sob ambiente 1 e ambiente 2, safra primavera-verão 2006/2007. UFLA, 2010

Tabela 16 Valores médios de acúmulo final de S (kg.ha^{-1}) da cultivar Ouro Vermelho em diferentes populações, sob ambiente 1 e ambiente 2, safra primavera-verão 2006/2007. UFLA, 2010

| Parte da planta | Ambientes | População de plantas ($\text{mil plantas.ha}^{-1}$) | | | | |
|-----------------|------------|---|-------|-------|-------|-------|
| | | 75 | 145 | 215 | 285 | 355 |
| H | Ambiente 2 | 2,2b | 3,0b | 3,0b | 1,7a | 3,2a |
| | Ambiente 1 | 0,8a | 1,2a | 1,3a | 2,9a | 3,3a |
| H+F | Ambiente 2 | 2,5a | 3,4b | 3,3a | 2,3a | 3,6a |
| | Ambiente 1 | 0,9a | 1,3a | 1,5a | 3,4a | 3,5a |
| H+F+V | Ambiente 2 | 3,6b | 4,2b | 4,3b | 3,1a | 5,2a |
| | Ambiente 1 | 1,1a | 1,5a | 1,6a | 3,8a | 3,9a |
| Total | Ambiente 2 | 17,8b | 19,4b | 25,7b | 16,8a | 27,6b |
| | Ambiente 1 | 8,1a | 9,2a | 8,5a | 18,9a | 15,8a |

Médias seguidas de mesma letra são semelhantes sob o teste F a 5% de variância entre os sistemas de manejo, em cada parte da planta.

Observando, conforme a Tabela 16, os acúmulos finais de S em função do sistema de manejo na haste, haste+folha, haste+folha+vagem e total, as populações maiores apresentaram diferenças entre os sistemas, devendo-se ênfase, que o ambiente 2 superou o ambiente 1 salvo exceções. Este comportamento apresentou-se avesso aos acúmulos de matéria seca, N, P, K, Ca e Mg finais.

O acúmulo final de S apresentou-se com valores, quando não semelhantes, inferiores aos resultados obtidos por El-Husny (1992), salvo a exceção, o acúmulo de S nos grãos da cv. Ouro Vermelho.

4 CONCLUSÕES

O acúmulo total de matéria seca apresenta-se de maneira ascendente no decorrer do ciclo da cultura.

Os acúmulos de nitrogênio, fósforo, potássio, cálcio, magnésio e enxofre apresentam-se em ascensão conforme aumenta a idade da planta.

O aumento da densidade populacional acima dos 285 mil plantas.ha⁻¹ incrementa o acúmulo de macronutrientes.

De maneira geral, os acúmulos de nitrogênio, fósforo, potássio, cálcio, magnésio e enxofre apresentaram-se com superioridade do ambiente 1, em relação ao ambiente 2.

REFERÊNCIAS

ALVAREZ V., V.H.; NOVAIS, R.F.; BARROS, N.F.; CANTARUTTI, R.B.; LOPES, A.S. Interpretação dos resultados das análises de solos. In: RIBEIRO, A.C.; GUIMARÃES, P.T.G.; ALVAREZ V., V.H. (Ed.). **Recomendações para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais: 5ª Aproximação**. Viçosa, MG: Comissão de Fertilidade do Solo do Estado de Minas Gerais, p. 25-32. 1999.

ALVAREZ V., V.H.; RIBEIRO, A.C. Calagem. In: RIBEIRO, A.C.; GUIMARÃES, P.T.G.; ALVAREZ V.H. (ed.). **Recomendações para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais - 5ª Aproximação**. CFSEMG, Viçosa, MG. p. 43-60. 1999.

ALVES JÚNIOR J. **Adubação nitrogenada na cultura do feijoeiro cv. BRS-MG Talismã no ambiente 1 e ambiente 2**. Lavras: UFLA, 2007. 61p. Dissertação (Mestrado).

ANDRADE, C. A. B. de; FAQUIN, V.; FURTINI NETO, A. E.; ANDRADE, A. T.; ARNEIRO, R. F. V. Nutrição mineral do feijoeiro cultivado em solos de várzea do Sul de Minas Gerais. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 24, n. 4, p. 947-956. 2000.

ANDRADE, M.J.B.; CARVALHO, A.J.; VIEIRA, N.M.B. Condições edafoclimáticas. In: VIEIRA, C.; PAULA JÚNIOR, T.J.; BORÉM, A. **Feijão**. 2.ed. Viçosa, MG: UFV, 2006. p. 67-86.

ARAÚJO, G.A.A.; VIEIRA, C.; MIRANDA, G.V. Efeito da época de aplicação do adubo nitrogenado em cobertura sobre o rendimento do feijão no período de outono-inverno. **Revista Ceres**. Viçosa, v,41, n,236, p,442-450, jul./ago. 1994.

ARF, O.; TOLEDO, A.R.M.; BUZETTI, S.; SÁ, M.E.; FUJIWARA, R.H. Estudo de espaçamentos e densidades na cultura do feijoeiro (*Phaseolus vulgaris* L.) II: Adubação em função da população de plantas. In: REUNIÃO NACIONAL DE PESQUISA DE FEIJÃO, 3, Vitória. **Anais...** Vitória: EMCAPA, 1990. p. 189. (EMCAPA. Documentos, 62).

BANZATTO, D.A. & KRONKA, S.N. **Experimentação Agrícola**. 3.ed. FUNEP, Jaboticabal, SP. 1995. 247p.

BENNETT, J.P.; ADAMS, M.W.; BURGA, C. Pod yield component variation and intercorrelation in *Phaseolus vulgaris* L. as affected by planting density. **Crop Science**, Madison, v. 17, p. 73-5, 1977.

BRANDES, D. **Análise de crescimento do feijoeiro (*Phaseolus vulgaris* L.), efeito da densidade e da época de plantio**. 1971. 109 p. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia)-Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG.

BULISANI, E.A. **Crescimento e absorção de nutrientes em cinco cultivares de feijoeiro (*Phaseolus vulgaris* L.)**. 150 p. 1994. Tese (Doutorado em Fitotecnia)-Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba, SP.

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. Feijão. In: RIBEIRO, A.C.; GUIMARÃES, P.T.G.; ALVAREZ V.; V.H. (Ed.). **Recomendações para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais: 5ª aproximação**. Viçosa, MG: Comissão de Fertilidade do Solo do Estado de Minas Gerais, 1999. p. 306-307.

COBRA NETTO, A. **Nutrição mineral do feijoeiro (*Phaseolus vulgaris* L.)**. 1967. 91 p. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia)-Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba, SP.

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'**, Piracicaba, v,28, p. 257-274, 1971.

EL-HUSNY, J.C. **Limitações nutricionais pra a cultura do feijoeiro (*Phaseolus vulgaris* L.) em um solo do Norte de Minas Gerais**. 1992. 151 p. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia)-Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG.

EMBRAPA ARROZ E FEIJÃO. Sistemas de manejo. Disponível em: <<http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Feijao/FeijaoPrimSegSafrasulMG/cultivares.htm#ec>>. Acesso em 20 de Março de 2009.

FARIA, R.T. Espaçamento e densidade. In: INSTITUTO AGRONÔMICO DO PARANÁ. **Cultura do feijão no Estado do Paraná**. Londrina: IAPAR, 1980. p,25-26. (Circular Técnica, 18).

FERNANDES, M.I.P.S. **Efeito da variação de estande dos experimentos com a cultura do feijoeiro**. 1987. 73 p. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) – Escola Superior de Agricultura de Lavras, Lavras.

FERNANDEZ, F.; GEPTS, P.; LÓPEZ, M. Etapas de desarrollo em la planta de frijol. In: LÓPEZ, M.; FERNANDEZ, F.; SCHOOWHOVEN, A. **Frijol, investigación y producción**. Colômbia: CIAT, 1985. p. 61-80.

GALLO, J.R.; MIYASAKA, S. Composição química do feijoeiro e absorção de elementos nutritivos do florescimento à maturação. **Bragantia**, Campinas, v,20, n,40, p. 867-884, set. 1961.

GARRIDO, M.A.T.; DEL PINO, M.A.I.T.; SILVA, A.M.; ANDRADE, M.J.B. Crescimento, absorção iônica e produção do feijoeiro sob dois níveis de nitrogênio e três lâminas de irrigação. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 24, n. 1, p. 187-194, jan./mar. 2000.

GOMES, F.P. **Curso de estatística experimental**. Piracicaba: ESALQ, 1990. 460p.

HAAG, H.P.; MALAVOLTA, E.; GARGANTINI, H.; BLANCO, H.G. Absorção de nutrientes pela cultura do feijoeiro. **Bragantia**, Campinas, v,26, n. 30, p. 380-391, set. 1967.

JAUER, A. Análise de crescimento da cultivar de feijão Pérola em quatro densidades de semeadura. **Revista da Fac. de Zootecnia, Veterinária e Agronomia de Uruguaiana**, v. 10, p. 101-113, jul. 2003.

JAUER, A.; DUTRA, L.M.C.; ZABOT, L.; LUCCA FILHO, O.A.; LOSEKANN, M.E.; UHRY, D.; STEFANELO, C.; FARIAS, J.R.; LUDWIG, M.P. Análise de crescimento da cultivar de feijão Pérola em quatro densidades de semeadura. **Revista da Faculdade de Zootecnia, Veterinária e Agronomia**, Uruguaiana, v. 10, n. 1, p. 1-12, 2003.

LAVRAS. Prefeitura Municipal de Lavras. Secretaria de indústria, comércio, serviços e tecnologia. **Conheça Lavras**. Lavras, 1993. 97p.

LOPES, A.S.; CARVALHO, J.G. Micronutrientes: critérios de diagnose para solo e planta. In: SIMPÓSIO SOBRE ENXOFRE E MICRONUTRIENTES NA AGRICULTURA BRASILEIRA, 1988, Londrina. **Anais...** Campinas, EMBRAPA-CNPSO/IAPAR/SBCS, 1988. p. 133-78.

MALAVOLTA, E.; LIMA FILHO, O.F. Nutrição e adubação do feijoeiro. In: FANCELLI, A.L.; DOURADO NETO, D. (Ed.). **Tecnologia da produção de feijão irrigado**. Piracicaba:ESALQ, 1997. p. 22-51.

MORAES, J.F.V. Calagem e adubação. In: ZIMMERMANN, M.J.O.; ROCHA, M.; YAMADA, T. **Cultura do feijoeiro: fatores que afetam a produtividade**. Piracicaba, Associação Brasileira para Pesquisa da potassa e do Fosfato, 1988. p. 261-301.

PAULA JÚNIOR, T.J.; CARNEIRO, J.E.S.; VIEIRA, R.F.; ABREU, A.F.B.; RAMALHO, M.A.P.; PELOSO, M.J.D.; TEIXEIRA, H. **Cultivares de feijão-comum para Minas Gerais**. Belo Horizonte. EPAMIG, 2010. 21 p.

PORTES, T.A. Ecofisiologia. In: ARAÚJO, R.S. et al. (Coord.). **Cultura do feijoeiro comum no Brasil**. Piracicaba: Potafós, 1996. p. 101-37.

ROSOLEM, C.A. Calagem e adubação mineral. In: ARAÚJO, R.S. ; RAVA, C. A.; STONE, L. F.; ZIMMERMANN, M. J. O. (Coord.). **Cultura do feijoeiro comum no Brasil**. Piracicaba: Associação Brasileira para Pesquisa da Potassa e do Fosfato, 1996. p. 353-390.

ROSOLEM, C.A. **Nutrição e adubação do feijoeiro**. Piracicaba, Associação Brasileira para Pesquisa da Potassa e do Fosfato, 1987. 91 p. (Boletim Técnico, 8).

SANTOS, J.B.; GAVILANES, M.L. Botânica. In; VIEIRA, C.; PAULA JÚNIOR, T.J.; BORÉM, A. **Feijão**. 2.ed. Viçosa, MG: UFV, 2006. p. 41-65.

SAS Institute Incorporation. **Copyright © 2010 SAS Institute Inc.**, SAS Campus Drive, Cary, North Carolina, USA, 2010.

SHIMADA, M.M.; ARF, O.; SÁ, M.E. Componentes do rendimento e desenvolvimento do feijoeiro de porte ereto sob diferentes densidades populacionais. **Bragantia**, Campinas v. 59, n. 2, p. 181-187, 2000.

SILVA, A.O.; LIMA, E.A.; MENEZES, H.E.A. Rendimento de grãos de feijão (*Phaseolus vulgaris* L.), cultivado em diferentes densidades de plantio. **Revista das Faculdades Integradas de Bebedouro**, Bebedouro, v. 3, p. 1-5, 2007.

SILVA, C.C. Estabelecimento da cultura. In: ARAÚJO, R.S.; RAVA, C.A.; STONE, L.F.; ZIMMERMANN, M.J.O. **Cultura do feijoeiro comum no Brasil**. Piracicaba: POTAFÓS, 1996, p. 417-32.

SOUZA, A.B.; ANDRADE, M.J.B.; ALVES, V.G. Populações de plantas, adubação e calagem para o feijoeiro (cv. Iapar 81) em Gleissolo de Ponta Grossa, Estado do Paraná. **Acta Scientiarum: Agronomy**, Maringá, v. 26, n. 3, p. 347-352, 2004.

SOUZA, A.B.; ANDRADE, M.J.B.; VIEIRA, N.M.B.; ALBUQUERQUE, A. Densidades de semeadura e níveis de NPK e calagem na produção do feijoeiro sob plantio ambiente 2, em Ponta Grossa, Paraná. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, Goiânia, v. 38, n. 2, p. 39-43, 2008.

STONE, L.F.; PEREIRA, A.L. Sucessão arroz-feijão irrigados por aspersão. Efeitos de espaçamento entre linhas, adubação e cultivar na produtividade e nutrição do feijoeiro. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.29, n.4, p.521-533, 1994

STONE, L.F.; SILVEIRA, P.M. Efeito de sistemas de preparo na compactação do solo, disponibilidade hídrica e comportamento de feijoeiro. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 34, n. 83-91, 1999.

URCHEI, M.A.; RODRIGUES, J.D.; STONE, L.F. Análise de crescimento de duas cultivares de feijoeiro sob irrigação, no ambiente 1 e preparo ambiente 2. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.35, n3, p.497-506, 2000.

VALE, L.S.R. **Doses de calcário, desenvolvimento da planta, componentes de produção, produtividade de grãos e absorção de nutrientes de dois cultivares de feijão**. Universidade Estadual Paulista: Botucatu, 1994, 71 p. (Dissertação – Mestrado em Fitotecnia)

VIEIRA, N.M.B. **Acúmulo de nutrientes e desempenho agrônômico de cultivares de feijoeiro-comum, em diferentes populações e sistemas de manejo**. 2009. 117 p. Tese (Doutorado em Agronomia/Fitotecnia) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG.

VIEIRA, N.M.B. **Crescimento e marcha de absorção de nutrientes no feijoeiro cvs. BRS MG Talismã e Ouro Negro, no ambiente 1 e ambiente 2.** 2006. 145 p. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG.

VILLAMIL LUCAS, J.M. **Influência da densidade de população sobre a produção em variedades de feijão vagem (*Phaseolus vulgaris* L.) de porte baixo.** 1987. 69p. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) – Escola Superior de Agricultura ‘Luiz de Queiroz’, Piracicaba.

WESTERMANN, D.T. et al. Nitrogen sources for bean seed production. **Agronomy Journal**, Madison, v. 73, p. 660-664, 1981.

ZABOT, L.; DUTRA, L.M.C.; JAUER, A.; LUCCA FILHO, O. A.; UHRY, D.; STEFANELO, C.; LOSEKAN, M.G.; FARIAS, J. R.; LUDWIG, M.P. Análise de crescimento da cultivar de feijão BR IPAGRO 44 Guapo Brilhante cultivada na safrinha em quatro densidades de semeadura em Santa Maria-RS. **Revista Ciencia Agroveterinária**, Lages, v,3, n,2, p. 105-115, 2004.

ANEXO A

Tabela 1 Resumo da análise de variância dos dados relativos ao acúmulo de matéria seca do feijoeiro cv. Ouro Vermelho em haste (H), haste+folha (H+F), haste+folha+vagem (H+F+V) e total T. Safra primavera-verão 2006/2007. UFLA, 2010

| Fonte de Variação | GL | H | H+F | H+F+V | T |
|---------------------|-----|-------------|-------------|-------------|-------------|
| Bloco | 2 | 235282,3651 | 1203500,036 | 2224208,457 | 3384877,022 |
| Sistema (S) | 1 | 1953901,78* | 4106596,82* | 2448219,800 | 5474327,019 |
| Erro 1 | 2 | 25639,53071 | 91604,6880 | 252504,8862 | 469109,6321 |
| População (P) | 4 | 623141,278* | 2013716,40* | 2773432,03* | 3718858,47* |
| Idade da planta (I) | 7 | 3735506,95* | 7154704,14* | 15124598,8* | 33592860,1* |
| S x P | 4 | 401256,95* | 1190039,24* | 2031255,37* | 2745620,60* |
| S x I | 7 | 107194,643* | 317288,922* | 1670437,49* | 1320925,12* |
| P x I | 28 | 37989,023 | 87312,2579 | 135604,5202 | 179022,5490 |
| S x P x I | 28 | 51957,6279 | 102508,2959 | 184363,4806 | 378926,6693 |
| Erro 2 | 156 | 35666,8785 | 108190,2093 | 188675,5551 | 318762,5454 |
| CV (1) % | | 32,04 | 31,33 | 40,91 | 45,09 |
| CV (2) % | | 37,79 | 34,05 | 35,37 | 37,17 |
| Média geral | | 499,6945 | 966,1088 | 1228,2115 | 1519,1180 |

* Significativo a 5% de variância pelo teste de F.

Tabela 2 Resumo da análise de variância dos dados relativos ao acúmulo de nitrogênio do feijoeiro cv. Ouro Vermelho em haste (H), haste+folha (H+F), haste+folha+vagem (H+F+V) e total T. Safra primavera-verão 2006/2007. UFLA, 2010

| Fonte de Variação | GL | H | H+F | H+F+V | T |
|---------------------|-----|-----------|------------|------------|---------------|
| Bloco | 2 | 47,1739 | 1111,8449* | 1479,1735* | 2159,680655 |
| Sistema (S) | 1 | 438,3996 | 3751,5552* | 4096,5475* | 12142,886820* |
| Erro 1 | 2 | 25,9421 | 24,2803 | 66,6154 | 181,216495 |
| População (P) | 4 | 213,7474* | 1509,2630* | 2037,7726* | 2903,593209* |
| Idade da planta (I) | 7 | 898,5383* | 3678,7853* | 6147,0981* | 15501,322906* |
| S x P | 4 | 99,318* | 761,5278* | 1121,9277* | 1742,347478* |
| S x I | 7 | 123,7430* | 465,9507* | 1171,7444* | 1063,719135* |
| P x I | 28 | 14,5191 | 84,8750 | 95,8089 | 125,669582 |
| S x P x I | 28 | 12,0377 | 71,2663 | 102,2346 | 198,795856 |
| Erro 2 | 156 | 13,6378 | 67,9108 | 99,6493 | 181,980507 |
| CV (1) % | | 60,55 | 20,39 | 27,88 | 34,77 |
| CV (2) % | | 43,90 | 34,11 | 34,11 | 34,84 |
| Média geral | | 8,4113 | 24,1625 | 29,2696 | 38,7155 |

* Significativo a 5% de variância pelo teste de F.

Tabela 3 Resumo da análise de variância dos dados relativos ao acúmulo de fósforo do feijoeiro cv. Ouro Vermelho em haste (H), haste+folha (H+F), haste+folha+vagem (H+F+V) e total T. Safra primavera-verão 2006/2007. UFLA, 2010

| Fonte de Variação | GL | H | H+F | H+F+V | T |
|---------------------|-----|----------|-----------|-----------|-------------|
| Bloco | 2 | 1,9185 | 10,9052* | 12,1994* | 29,259370* |
| Sistema (S) | 1 | 72,7100* | 105,9878* | 119,3142* | 288,379527* |
| Erro 1 | 2 | 0,5114 | 0,2844 | 0,0374 | 1,051475 |
| População (P) | 4 | 5,2594* | 18,6063* | 23,6133* | 42,826801* |
| Idade da planta (I) | 7 | 20,9109* | 67,8876* | 115,1737* | 285,817528* |
| S x P | 4 | 3,9255* | 11,0052* | 15,3060* | 22,994009* |
| S x I | 7 | 5,3354* | 6,1424* | 15,0337* | 22,276530* |
| P x I | 28 | 0,3147 | 0,7811 | 0,9488 | 1,744003 |
| S x P x I | 28 | 0,3005 | 0,7943 | 1,0620 | 2,267301 |
| Erro 2 | 156 | 0,3415 | 1,1685 | 1,7107 | 3,246605 |
| CV (1) % | | 51,81 | 19,01 | 5,69 | 3387,729758 |
| CV (2) % | | 42,34 | 38,53 | 38,51 | 22,09 |
| Média geral | | 1,3803 | 2,8053 | 3,3962 | 38,81 |

* Significativo a 5% de variância pelo teste de F.

Tabela 4 ANEXO A. Resumo da análise de variância dos dados relativos ao acúmulo de potássio do feijoeiro cv. Ouro Vermelho em haste (H), haste+folha (H+F), haste+folha+vagem (H+F+V) e total T. Safra primavera-verão 2006/2007. UFLA, 2010

| Fonte de Variação | GL | H | H+F | H+F+V | T |
|---------------------|-----|------------|------------|------------|--------------|
| Bloco | 2 | 62,1825 | 366,1529 | 639,7737 | 948,389963 |
| Sistema (S) | 1 | 1191,8018* | 3994,2385* | 2197,1181* | 2811,926042* |
| Erro 1 | 2 | 5,7280 | 21,7136 | 55,3526 | 106,894245 |
| População (P) | 4 | 149,4875* | 553,4274* | 774,1195* | 979,263545* |
| Idade da planta (I) | 7 | 892,5737* | 2278,714* | 4004,379* | 7694,378515* |
| S x P | 4 | 139,7546* | 423,6323* | 713,8756* | 891,165029* |
| S x I | 7 | 125,7865* | 476,5039* | 1059,288* | 934,782449* |
| P x I | 28 | 6,9944 | 32,3967 | 40,8479 | 51,295173 |
| S x P x I | 28 | 14,9471 | 33,7092 | 56,4678 | 99,082709 |
| Erro 2 | 156 | 10,1363 | 33,1237 | 56,2430 | 86,827707 |
| CV (1) % | | 29,08 | 28,04 | 35,05 | 40,93 |
| CV (2) % | | 38,69 | 34,63 | 35,33 | 36,89 |
| Média geral | | 8,2289 | 16,6192 | 21,2259 | 25,2611 |

* Significativo a 5% de variância pelo teste de F.

Tabela 5 Resumo da análise de variância dos dados relativos ao acúmulo de cálcio do feijoeiro cv. Ouro Vermelho em haste (H), haste+folha (H+F), haste+folha+vagem (H+F+V) e total T. Safra primavera-verão 2006/2007. UFLA, 2010

| GL e QM para Ca da cultivar Ouro Vermelho | | | | | |
|---|-----|------------|------------|------------|--------------|
| Fonte de Variação | GL | H | H+F | H+F+V | T |
| Bloco | 2 | 17,3514 | 676,7915 | 907,2805 | 881,859872 |
| Sistema (S) | 1 | 107,6154 | 13,8000 | 122,8370 | 184,766402 |
| Erro 1 | 2 | 44,7057 | 235,3580 | 338,7058 | 380,157022 |
| População (P) | 4 | 150,1460* | 713,3491* | 835,2023* | 832,603229* |
| Idade da planta (I) | 7 | 1538,1703* | 3031,4138* | 4048,3942* | 4466,120396* |
| S x P | 4 | 81,9721* | 408,7496* | 511,1524* | 529,626540* |
| S x I | 7 | 793,5366* | 314,0414* | 591,1432* | 530,098337* |
| P x I | 28 | 26,0052 | 50,3996 | 58,1683 | 62,169648 |
| S x P x I | 28 | 26,3071 | 60,6824 | 69,5157 | 70,020512 |
| Erro 2 | 156 | 20,8421 | 59,0766 | 70,0459 | 73,259664 |
| CV (1) % | | 92,67 | 87,95 | 94,59 | 97,23 |
| CV (2) % | | 63,27 | 44,06 | 43,02 | 42,68 |
| Média geral | | 7,2153 | 17,4436 | 19,4564 | 20,0526 |

* Significativo a 5% de variância pelo teste de F.

Tabela 6 Resumo da análise de variância dos dados relativos ao acúmulo de magnésio do feijoeiro cv. Ouro Vermelho em haste (H), haste+folha (H+F), haste+folha+vagem (H+F+V) e total T. Safra primavera-verão 2006/2007. UFLA, 2010

| Fonte de Variação | GL | H | H+F | H+F+V | T |
|---------------------|-----|----------|-----------|-----------|-------------|
| Bloco | 2 | 2,9405 | 34,6649* | 52,3361* | 57,470010 |
| Sistema (S) | 1 | 72,9414* | 148,3654* | 127,5313* | 164,142960* |
| Erro 1 | 2 | 0,4540 | 0,4895 | 2,5714 | 4,039429 |
| População (P) | 4 | 6,5449* | 31,2557* | 40,9278* | 44,626356* |
| Idade da planta (I) | 7 | 61,0302* | 152,1548* | 230,4246* | 326,837217* |
| S x P | 4 | 4,1602* | 16,5230* | 25,0231* | 29,253135* |
| S x I | 7 | 20,4363* | 9,1150* | 26,3081* | 20,341947* |
| P x I | 28 | 0,9909* | 2,1373 | 2,2847 | 2,733345 |
| S x P x I | 28 | 1,0912 | 2,6234 | 3,2670 | 4,388949 |
| Erro 2 | 156 | 0,6278 | 2,4878 | 3,4075 | 4,431682 |
| CV (1) % | | 38,86 | 17,04 | 32,67 | 36,57 |
| CV (2) % | | 45,69 | 38,42 | 37,61 | 38,31 |
| Média geral | | 1,7340 | 4,1049 | 4,9084 | 5,4953 |

* Significativo a 5% de variância pelo teste de F.

Tabela 7 Resumo da análise de variância dos dados relativos ao acúmulo de enxofre do feijoeiro cv. Ouro Vermelho em haste (H), haste+folha (H+F), haste+folha+vagem (H+F+V) e total T. Safra primavera-verão 2006/2007. UFLA, 2010

| Fonte de Variação | GL | H | H+F | H+F+V | T |
|---------------------|-----|----------|----------|----------|-------------|
| Bloco | 2 | 1,3641 | 7,5968 | 8,2880 | 10,878270 |
| Sistema (S) | 1 | 3,4025 | 12,3202 | 14,1582 | 5,337184 |
| Erro 1 | 2 | 2,0794 | 3,8679 | 4,7916 | 5,432439 |
| População (P) | 4 | 11,3806* | 24,6319* | 27,1967* | 33,075178* |
| Idade da planta (I) | 7 | 33,0322* | 66,8761* | 83,1218* | 129,318029* |
| S x P | 4 | 5,9781* | 16,4404* | 18,8699* | 1,630977 |
| S x I | 7 | 5,0363* | 17,0820* | 19,3919* | 21,269995* |
| P x I | 28 | 0,7016 | 1,3103 | 1,4903 | 16,353338* |
| S x P x I | 28 | 0,8285 | 1,6922 | 1,7961 | 2,117689 |
| Erro 2 | 156 | 0,6021 | 1,4730 | 1,6703 | 1,990379 |
| CV (1) % | | 89,43 | 69,08 | 70,62 | 66,84 |
| CV (2) % | | 48,12 | 42,63 | 41,70 | 40,46 |
| Média geral | | 1,612 | 2,847 | 3,099 | 3,4872 |

* Significativo a 5% de variância pelo teste de F.

ARTIGO 5

**ACÚMULO DE MATÉRIA SECA E MACRONUTRIENTES EM
DIFERENTES ÓRGÃOS DE QUATRO CULTIVARES DE FEIJOEIRO
EM FUNÇÃO DE POPULAÇÕES DE PLANTAS E AMBIENTES**

Artigo submetido á revista *Bean Improvement Cooperative*.

1 INTRODUÇÃO

A população ideal de feijoeiros depende, dentre outros fatores, da arquitetura de plantas e da capacidade do solo em fornecer nutrientes; então, uma recomendação adequada para a cultura deverá considerar a cultivar, ou tipo de planta, a população de plantas e o sistema de manejo. Para cada sistema de manejo e nível de adubação há um nível biologicamente ótimo de população. Assim, para cada cultivar e sistema de manejo, deverá haver uma população ideal, considerando a quantidade de fertilizantes adequada.

Segundo Silva (1996), as recomendações giram em torno de 0,40 a 0,60 m de espaçamento entre linhas, com 10 a 12 plantas por metro, correspondendo a populações de 167 a 300 mil plantas ha^{-1} , com média de cerca de 235 mil plantas ha^{-1} .

Comumente se considera que quanto maior a população de plantas, maior será a produtividade. Sabe-se, entretanto, que populações maiores levam a novo equilíbrio, resultando em pragas, doenças e maior demanda de insumos, como sementes e adubos, o que deve ser melhor avaliado, pois pode ser mais interessante para as empresas produtoras de insumos, que para os agricultores. A boa produtividade não deve trazer dificuldades adicionais com a condução e colheita da lavoura, e com maior gasto de insumos, porque isto resultará em menor receita, além de prejudicar o meio ambiente (ALVES JUNIOR, 2007).

Populações diferentes tendem a manter rendimentos semelhantes, principalmente pela capacidade de compensação entre os componentes do rendimento do feijoeiro, como no caso do número de vagem por planta (FERNANDES, 1987; VILLAMIL LUCAS, 1987; ARF et al., 1990 e VALE, 1994), mas existem diferenças de comportamento das cultivares de diferentes hábitos de crescimento.

Geralmente, o desenvolvimento da cultura é favorecido pelo sistema plantio direto, pois proporciona maior disponibilidade de água, devido às características da cobertura do solo e, não menos importante, protege o solo dos impactos das gotas de chuva, favorecendo a infiltração, reduzindo perdas de solo por erosão e perda de água por escoamento (STONE; SILVEIRA 1999; URCHEI; RODRIGUES; STONE 2000).

As práticas culturais devem ser adequadas aos hábitos de crescimento, uma vez que, a densidade populacional, por exemplo, correlaciona-se com caracteres varietais (JAUER et al., 2003).

Um melhor desempenho da cultura com o aumento da população é dificultado principalmente pela competição por luz, estabelecida com maior intensidade na fase reprodutiva (BENNETT; ADAMS; BURGA 1977), afetando os componentes de rendimento. Assim, as cultivares de crescimento determinado sofrem menor competição nas maiores densidades que as de crescimento indeterminado, mas há outros fatores, como a fertilidade do solo, condições climáticas e o material genético (ALVES JÚNIOR, 2007).

Segundo Souza et al. (2008), a população ideal de feijoeiros é função, dentre outros fatores, da arquitetura de plantas e da capacidade do solo apresentar condições favoráveis; dessa forma, uma recomendação adequada de adubação e um sistema de manejo que melhor acondicione o ambiente produtivo, deverá considerar a cultivar, hábito de crescimento e a população de plantas envolvidos no sistema. A adoção do sistema plantio direto, para utilização de cultivares promissoras, necessita de avaliações quanto à adaptabilidade dessas cultivares, principalmente em ambientes melhorados com solos mais estruturados e protegidos por palhada.

Um dos caracteres mais importantes do feijoeiro é o hábito de crescimento, pois é essencial na descrição das cultivares, na escolha das mais

adequadas para o plantio nas mais variadas condições de cultivo e na obtenção de novas cultivares pelo melhoramento (SANTOS; GAVILANES, 2006).

O rendimento de grãos pode ser afetado pela densidade populacional, fato este relacionado ao hábito de crescimento da planta de feijoeiro (SHIMADA; ARF; SÁ, 2000; STONE; PEREIRA, 1994). Trabalhos têm mostrado que geralmente há incremento de produtividade com o aumento da população (SILVA; LIMA; MENEZES, 2007; SOUZA; ANDRADE; ALVES, 2004). Solos mais férteis e com melhor disponibilidade de água, como em sistema plantio direto, por exemplo, podem favorecer esse tipo de resultado. Este raciocínio é partilhado por Faria (1980), para quem a população não deve ser alta em situações de limitação de solo ou água.

A marcha de absorção de nutrientes permite conhecer as quantidades de nutrientes absorvidas e a absorção relativa em cada fase da cultura, fornece informações básicas sobre as épocas mais adequadas para a aplicação dos fertilizantes. Em espécies com raízes pouco profundas e altamente exigentes como o feijoeiro, essas informações são ainda mais valiosas (VIEIRA, 2009).

O acúmulo de matéria seca (MS) em função da densidade populacional do feijoeiro também é parâmetro para se avaliar de forma quantitativa o crescimento das plantas. Jauer (2003) e Zobot et al. (2004) demonstraram que o acúmulo de matéria seca ocorre ao longo de todo o ciclo, chegando à colheita com maior quantidade de biomassa.

Conforme Cobra Netto (1967), Brandes (1971), Rosolem (1987), Bulisani (1994) e Vieira (2006), o acúmulo de MS do feijoeiro (*Phaseolus vulgaris* L.) apresenta comportamento padrão. As hastes acumulam MS até a floração, quando estabiliza. As folhas iniciam o ciclo suavemente, acumulando de forma aguda até a fase de enchimento de grãos; após essa fase, inicia-se o processo de desfolha, causando decréscimo no acúmulo. Os órgãos reprodutivos,

flores e vagens, acumulam MS até o final do ciclo da cultura. Os grãos sofrem acúmulo acentuado desde o seu surgimento até a colheita.

Lopes e Carvalho (1988) apontaram que a taxa de acúmulo de matéria seca é sequencial, modificando-se conforme o estágio de crescimento da planta. No início, folhas e raízes são drenos preferenciais; por certo período, os caules assumem relevância e, a partir do florescimento, com o aparecimento das vagens, estas passam a ser os drenos preferenciais.

A maioria dos trabalhos concorda quanto aos nutrientes mais extraídos pelo feijoeiro, o N e o K, seguidos do Ca. Variações nos resultados aparecem no acúmulo do S, Mg e P, sendo essa a ordem obtida por Haag et al. (1967), Cobra Netto et al. (1971), Malavolta e Lima Filho (1997) e Garrido et al. (2000). Em função das condições experimentais, pequenas variações podem ocorrer, como nos trabalhos de El-Husny (1992) com a cv. Carioca (Mg>S>P), Vieira (2006) com as cultivares Ouro Negro e Talismã (Mg>P>S) em plantio convencional e Andrade et al. (2000) com a cultivar Carioca-MG (P>Mg>S) em solo de várzea.

O nitrogênio tem grande importância, principalmente nas fases de florescimento e enchimento de grãos, pois, como há vagens e grãos crescendo quase ao mesmo tempo, a demanda por N nessa fase é alta (PORTES, 1996). Dessa forma, o feijoeiro não absorve todo o N que necessita nos primeiros 50 dias do ciclo (ROSOLEM, 1987). Westermann et al. (1981) observaram absorção de até 3,5 kg ha⁻¹ dia⁻¹ no período de enchimento de grãos, num estudo realizado com nove cultivares de feijoeiro. Gallo e Miyasaka (1961) afirmam que, no período de 33 a 44 dias após o estabelecimento da cultura, ocorre absorção máxima de nitrogênio, com cerca de 2,46 kg de N ha⁻¹ dia⁻¹, na cv. Chumbinho Opaco.

Segundo Araújo, Vieira e Miranda (1994), a absorção do nitrogênio ocorre praticamente durante todo o ciclo da cultura, mas, a época de maior

exigência, quando a velocidade de absorção é máxima, acontece dos 35 aos 50 DAE.

Quanto ao fósforo, a maior velocidade de absorção dá-se dos 30 aos 55 dias, compreendendo desde o período do aparecimento dos botões florais até o final do florescimento, acentuando-se ainda mais entre 45 e 55 dias, época em que começa a formação das vagens, sendo que o feijoeiro cv. Carioca absorve cerca de $0,21 \text{ kg de P.ha}^{-1}.\text{dia}^{-1}$. Até aos 55 dias, a maior quantidade de fósforo absorvido localiza-se nas folhas e, a partir deste período, é aparente uma translocação do nutriente para as vagens (ROSOLEM, 1987). Na cv. Chumbinho Opaco, no período de 33 a 44 dias, Gallo e Miyasaka (1961) determinam absorção de $0,27 \text{ kg de P.ha}^{-1}.\text{dia}^{-1}$.

O potássio tem maior demanda pelo feijoeiro entre 25 e 35 DAE, período de diferenciação dos botões florais, quando a absorção média é de $1,69 \text{ kg de K.ha}^{-1}.\text{dia}^{-1}$ e entre 45 e 55 dias, correspondendo ao final do florescimento, com demanda média de absorção de $3,29 \text{ kg de K ha}^{-1} \text{ dia}^{-1}$ na cv. Carioca (ROSOLEM, 1987). No período de 33 a 44 dias, Gallo e Miyasaka (1961), estudando a cv. Chumbinho Opaco, relatam uma demanda de $2,17 \text{ kg de K ha}^{-1} \text{ dia}^{-1}$. Segundo Rosolem (1996), a quase totalidade do K é absorvida pelo feijoeiro até 40-50 DAE. Entretanto, as respostas aos fertilizantes potássicos são pouco frequentes no Brasil ou de pequena magnitude, em função da fertilidade natural dos solos, com teores médios a altos de K e da curta duração dos ciclos das cultivares (MORAES, 1988).

Conforme Rosolem (1987), o cálcio atinge seu ponto máximo de absorção entre 10 e 15 DAE, tanto nos feijoeiros de porte determinado como indeterminado. Segundo Haag et al. (1967), a absorção máxima de cálcio pelo feijoeiro, cv. Chumbinho Opaco, ocorre em torno dos 50 DAE. Ocorre intensamente dos 27 aos 55 dias, compreendendo o período de diferenciação

floral até o final do florescimento, fase em que a absorção média é de 1,52 kg de Ca ha⁻¹ dia⁻¹ na cv. Carioca.

A velocidade de absorção do enxofre é relativamente alta desde os 25 dias, atingindo sua máxima absorção no final do florescimento, ocasião em que atinge, aproximadamente, a 0,80 kg de S ha⁻¹ dia⁻¹ na cv. Carioca (ROSOLEM, 1987). Haag et al. (1967) observaram que, na cv. Chumbinho Opaco, a absorção máxima ocorre em torno dos 70 DAE.

O objetivo do presente trabalho foi estudar o acúmulo e distribuição de matéria seca e macronutrientes, nas diversas partes da planta, em quatro cultivares de feijoeiro-comum, semeadas em diferentes densidades populacionais, em sistema plantio direto e convencional.

2 MATERIAL E MÉTODOS

O estudo constou de quatro experimentos, conduzidos na área experimental do Departamento de Agricultura (DAG), Setor de Grandes Culturas da Universidade Federal de Lavras (UFLA), em Lavras - MG, em Latossolo Vermelho distroférico (EMBRAPA, 2009), originalmente sob cerrado, em duas áreas contíguas, uma em sistema de plantio direto (ambiente 1), e outra em sistema convencional (ambiente 2). Resultados de análises químicas de amostras do solo, coletadas à profundidade de 0-20cm, antes da semeadura do feijão, nos dois ambientes, podem ser visualizados na Tabela 1.

Tabela 1 Resultados da análise química de amostra do solo na área experimental, profundidade 0 a 20 cm em dois ambientes. UFLA, Lavras, 2010.*

| Características | Ambiente 1** | Ambiente 2** |
|---------------------------------------|--------------|--------------|
| pH em H ₂ O | 6,5 AcF | 5,3 AcM |
| P (Mehlich 1) mg.dm ⁻³ | 8,2 Ba | 8,9 Ba |
| K (Mehlich 1) mg.dm ⁻³ | 84,0 B | 62,0 M |
| Ca cmolc.dm ⁻³ | 2,5 B | 1,6 M |
| Mg cmolc.dm ⁻³ | 0,9 M | 0,4 Ba |
| Al cmolc.dm ⁻³ | 0,0 Ba | 0,3 Ba |
| S mg.dm ⁻³ | 11,8 MB | 31,7 MB |
| Matéria Orgânica dag.kg ⁻¹ | 2,6 M | 3,4 M |
| V (%) | 63,2 B | 30,2 Ba |

* Análises realizadas no Laboratório de Fertilidade do Solo do Departamento de Ciência do Solo da UFLA.

** Interpretação de acordo com Alvarez V. et al. (1999). AcF = acidez fraca, AcM = acidez média, Ba = teor baixo, M = médio, B = bom, MB = muito bom.

Lavras situa-se a uma altitude média de 918 metros, a 21°14' de latitude Sul e 45°00' de longitude Oeste de Greenwich, e seu clima de acordo com a classificação internacional de Köppen, é mesotérmico cwb (LAVRAS, 1993). Os experimentos foram conduzidos na safra primavera-verão 2006/2007, caracterizada por excessiva precipitação pluvial. A precipitação total foi de 1.143,2mm, sendo registradas temperaturas, média diária de 22,2°C, máxima de

32,8°C e mínima de 11,8°C. A umidade relativa do ar apresentou média de 80,6%. A variação diária dos dados meteorológicos, cedida pela Estação Climatológica de Lavras - MG é apresentada na Figura 1.

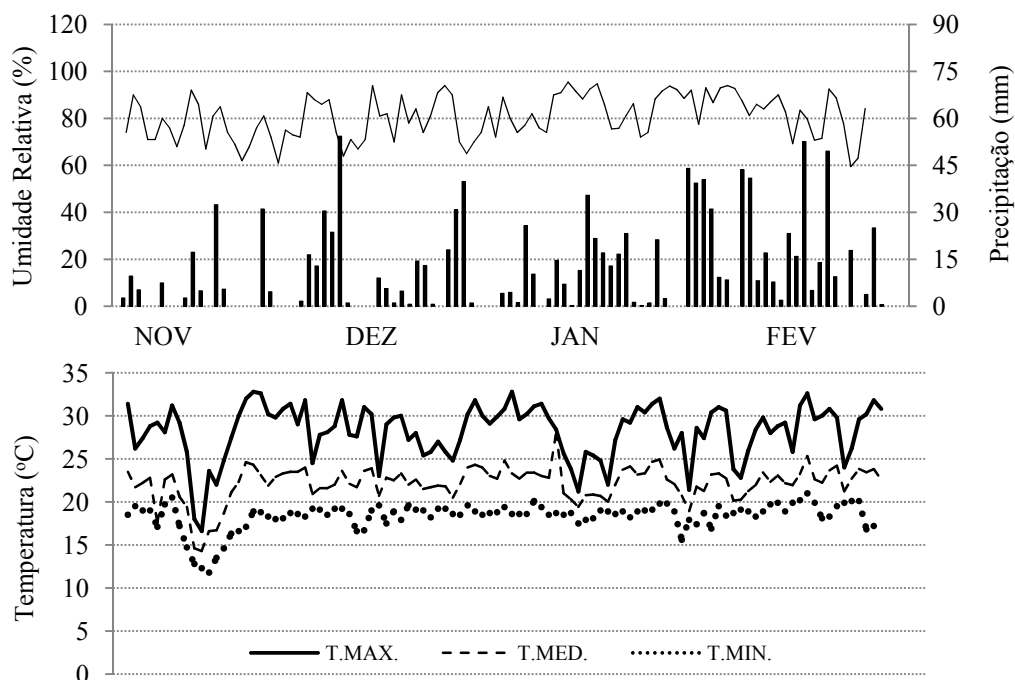


Figura 1 Variação diária das temperaturas máxima, média e mínima, umidade relativa do ar e precipitação pluvial em Lavras, de novembro de 2006 a fevereiro de 2007. Fonte: Estação Climatológica de Lavras, situada no *campus* da UFLA.

No ambiente 1, a semeadura foi realizada sob palhada de capim braquiária, dessecada 30 dias antes da semeadura com 2,5 L.ha⁻¹ de Roundup[®] e oito dias antes da semeadura com 2,0 L.ha⁻¹ de Gramoxone[®]. No ambiente 2, o preparo do solo constou de uma aração e duas gradagens. As cultivares de feijoeiro-comum (*Phaseolus vulgaris* L.) foram semeadas aos 21 dias de novembro do ano de 2006.

Tabela 2 Principais características das cultivares estudadas. UFLA, 2010.

| Cultivar | Grupo ** | Tipo grão | Hábito | Peso 100 grãos | Porte | Ciclo |
|----------------|-----------|-----------|-------------|----------------|--------------------|---------|
| Bolinha*** | Outros | amarelo | tipo II | 32-33 g | ereto | médio |
| BRS Radiante* | Manteigão | rajado | tipo I | 43,5 g | ereto | precoce |
| Ouro Vermelho* | Vermelho | vermelho | tipo II/III | 24-26 g | ereto guias longas | normal |
| Jalo EEP 558** | Manteigão | jalo | tipo III | 30-40 g | semiprostrado | médio |

* Paula Júnior et al. (2010)

** Ramalho e Abreu (2006)

*** Alves (2008)

O delineamento estatístico utilizado em cada experimento foi blocos casualizados, com três repetições e esquema de parcela subdividida, sendo as parcelas representadas pelos dois sistemas de manejo, direto e convencional, e na sub-parcela, fatorial 5x8, envolvendo cinco densidades populacionais (75, 145, 215, 285 e 355 mil plantas.ha⁻¹) e oito datas de coleta (13, 23, 33, 43, 53, 63, 73 e 83 DAE).

Cada parcela foi constituída de 4 linhas de 5 m, com espaçamento de 0,5 m (10 m²) sendo parcela útil as duas linhas centrais (5m²). A semeadura foi manual, adotando-se a densidade de semeadura ideal para se atingir as populações desejadas. Todas as parcelas receberam idêntica adubação, proporcional a 400 kg.ha⁻¹ do formulado 8-28-16, determinada por meio da interpretação dos resultados de análise do solo (Tabela 1), segundo Chagas et al. (1999). Não foi feita a correção do solo (ALVAREZ V.; RIBEIRO, 1999). A adubação nitrogenada de cobertura foi realizada aos 21 dias após emergência, no estágio V₃-V₄ (FERNANDEZ; GEPTS; LÓPEZ, 1985), utilizando-se 30 kg.ha⁻¹ de N, fonte uréia. Os tratos culturais foram os normalmente dispensados à cultura na região e os experimentos não receberam irrigação.

Para se obter o acúmulo de matéria seca da parte aérea ao longo do ciclo de cada cultivar, foram realizadas coletas a cada 10 dias a partir do 13º dia após emergência (DAE). Em cada coleta foram amostradas cinco plantas por meio de

corte a 1 cm do solo, separando-se as partes das plantas em haste, folhas, flores + vagens e grãos, sendo posteriormente o material seco em estufa com circulação forçada de ar a 65-70°C, até peso constante. Esses materiais foram pesados em balança de precisão, determinando-se, o peso da matéria seca das partes da planta, transformado em acúmulo de matéria seca por hectare.

Para estudar o progresso do acúmulo de nutrientes na parte aérea ao longo do ciclo de cada cultivar, foram utilizadas as amostras de matéria seca, trituradas e encaminhadas ao Laboratório de Análise Foliar, no Departamento de Ciências do Solo da UFLA, para a realização das análises dos teores de macronutrientes. Os teores de N foram analisados quimicamente pelo método Kjeldahl; o P, K, Ca, Mg, S por digestão com ácido nítrico e perclórico e determinados nos extratos: P em colorimetria, K fotometria de chama; S turbidimetria; Ca e Mg espectrofotometria de absorção atômica, conforme Malavolta e Lima Filho (1997). A partir dos teores dos macronutrientes e do acúmulo de matéria seca em cada coleta, foi obtida, para cada nutriente a marcha de acúmulo (kg ha^{-1}).

Em cada experimento (cultivar) as coletas periódicas foram utilizadas no ajuste de curvas de regressão por sistema de manejo e densidades populacionais em função de dias após a emergência (DAE). As curvas corresponderam aos acúmulos de matéria seca e nutrientes em haste (H), haste+folha (H+F), haste+folha+ órgãos reprodutivos: flores e vagens (H+F+V) e planta total (T); incluindo hastes, folhas, flores, vagens e grãos (T). Devido ao acúmulo de matéria seca e nutrientes das flores apresentarem valores muito inexpressivos, esses acúmulos foram somados aos acúmulos de matéria seca das vagens. Os efeitos de sistemas foram avaliados pelo teste F (BANZATTO; KRONKA, 1995) e os efeitos das populações de plantas por regressão, com posterior seleção das equações mais representativas das relações entre as variáveis envolvidas (GOMES, 1990), a significância do modelo e o valor do coeficiente

de determinação (R^2). Para as análises estatísticas e ajustes dos modelos de regressão foi utilizado o programa SAS (SAS, 2010).

Os dados de cada experimento (cultivar) foram, finalmente, comparados entre si e dados disponíveis na literatura pertinente.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

O ciclo cultural das cultivares estudadas, computado da emergência até à última coleta, variou com os sistemas de manejo e cultivares. O ciclo das cultivares Bolinha e Jalo EEP 558 desenvolveu-se até aos 73 DAE, em ambos sistemas de manejo. A cultivar BRS Radiante chegou aos 73 DAE no sistema convencional, enquanto no sistema de plantio direto apresentou encurtamento de ciclo, com 63 DAE, o menor ciclo entre as cultivares. Já a cultivar Ouro Vermelho alcançou 83 DAE nos dois sistemas de manejo. Esses resultados são compatíveis com as características de cada cultivar: Bolinha (hábito de crescimento do tipo II), Jalo EEP 558 (tipo III) e Ouro Vermelho (tipo II/III), com ciclos normal a médio, destoando da cv. BRS Radiante (tipo I), de ciclo precoce.

O rendimento de grãos e os componentes do rendimento correspondentes ao presente trabalho foram estudados por Vieira (2009). Entretanto, no seu estudo, a autora considerou dois experimentos distintos, um no sistema convencional e outro no plantio direto. O delineamento estatístico utilizado, em cada sistema, foi blocos casualizados, com três repetições e esquema fatorial 4x5, envolvendo as quatro cultivares de feijão (Bolinha, Jalo EEP 558, BRS Radiante e Ouro Vermelho) e as cinco densidades populacionais (75, 145, 215, 285 e 355 mil plantas.ha⁻¹). A análise de variância conjunta, com este procedimento, forneceu os dados apresentados na Tabela 3. Como na análise estatística o presente trabalho difere do de Vieira (2009), os dados são aqui apresentados apenas para fornecer uma referência em termos de patamar de produtividade.

O rendimento médio de grãos, estudados no trabalho de Vieira (2009), foi, portanto, da ordem de 583 kg ha⁻¹, abaixo dos rendimentos médios atuais que, nesta safra, situaram-se por volta dos 965 kg ha⁻¹, no Brasil e 1476 kg ha⁻¹,

em Minas Gerais (ACOMPANHAMENTO..., 2010). Sem dúvida, a baixa produtividade está relacionada à elevada precipitação pluvial (Figura 1) e todas as suas consequências, resumidas por Andrade et al. (2006). No entanto, as produtividades obtidas se equivalem a alguns dos rendimentos obtidos por Almeida et al. (1975), avaliando populações de plantas e incorporação da massa verde em Monte Alegre do Sul, SP.

Tabela 3 Valores médios do rendimento de grãos ($\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$) de quatro cultivares de feijoeiro, em dois sistemas de plantio e cinco populações de plantas, safra primavera-verão, 2006/2007. UFLA, 2010 (Fonte: VIEIRA, 2009).

| Sistema / cultivar / população | Rendimento ($\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$) |
|----------------------------------|---|
| Convencional | 559 |
| Direto | 608 |
| Bolinha | 455 |
| Jalo EEP 558 | 457 |
| BRS Radiante | 572 |
| Ouro Vermelho | 850 |
| 75 mil planta. ha^{-1} | 574 |
| 145 mil planta. ha^{-1} | 509 |
| 215 mil planta. ha^{-1} | 574 |
| 285 mil planta. ha^{-1} | 635 |
| 355 mil planta. ha^{-1} | 625 |
| Médias | 584 |

Apesar desta limitação, que nivelou por baixo o rendimento de grãos, e apesar da menor precisão experimental obtida (VIEIRA, 2009) com esta variável resposta ($\text{CV}=36,03\%$), a análise de variância detectou efeito significativo de cultivares. A cv. Ouro Vermelho (850 kg ha^{-1}) superou a cv. BRS Radiante (572 kg ha^{-1}) e esta superou as cultivares Jalo EEP 558 (457 kg ha^{-1}) e Bolinha (455 kg ha^{-1}). Este efeito significativo de cultivares no trabalho de Vieira (2009), indica, por outro lado, que a adoção de experimentos distintos no presente trabalho foi acertada.

O efeito da população de planta sobre o rendimento no trabalho de Vieira (2009) foi altamente dependente da cultivar em questão, sendo que o desdobramento da interação cultivar x população mostrou que apenas no caso da cv. Bolinha houve aumento de produtividade com o incremento da população, podendo-se estimar para esta cultivar, um rendimento máximo de 893 kg.ha⁻¹ na população de 355 mil plantas ha⁻¹. Nas demais cultivares, não houve efeito das populações de plantas no intervalo estudado de 75 a 355 mil plantas ha⁻¹, conforme pode ser observado pela proximidade das médias na Tabela 39. É importante salientar que este resultado discorda de alguns estudos realizados (SOUZA; ANDRADE; ALVES, 2004; SILVA; LIMA; MENEZES, 2007), mas é coincidente com outros em que populações de plantas no intervalo de 100 a 400 mil plantas ha⁻¹ não afetaram o rendimento de grãos (GOMES et al., 2000; SOUZA et al., 2008).

3.1 Partição do acúmulo de macronutrientes

Os valores médios da partição da matéria seca e macronutrientes acumulados pelas cultivares de feijoeiro em cada parte da planta por ocasião da última coleta são apresentados nas Tabelas 4 e 5.

A Tabela 4 apresenta as médias do acúmulo final de MS, N, P e K e as respectivas porcentagens dos acúmulos totais, nas cultivares Bolinha, Jalo EEP 558, BRS Radiante e Ouro Vermelho em cada parte da planta isoladamente.

Tabela 4 Valores médios do acúmulo final ($\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ e %) de matéria seca e macronutrientes primários nas cultivares Bolinha (B), Jalo EEP 558 (J), BRS Radiante (R), Ouro Vermelho (OV), com sua partição em diferentes partes da planta, safra primavera-verão 2006/2007. UFLA, 2010

| Cv | Parte da planta | Matéria seca | | Nitrogênio | | Fósforo | | Potássio | |
|----|-----------------|--------------------------------|------|--------------------------------|------|--------------------------------|------|--------------------------------|------|
| | | $\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ | % | $\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ | % | $\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ | % | $\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ | % |
| B | Haste | 591 | 30% | 8,9 | 20% | 1,2 | 22% | 7,6 | 25% |
| | Folha | 227 | 11% | 5,4 | 12% | 0,6 | 11% | 3,3 | 11% |
| | Vagem | 392 | 32% | 10,8 | 25% | 1,2 | 21% | 11,9 | 39% |
| | Grão | 711 | 27% | 18,2 | 42% | 2,6 | 47% | 8,1 | 26% |
| | Total | 1921 | 100% | 43,3 | 100% | 5,5 | 100% | 31,0 | 100% |
| J | Haste | 683 | 32% | 8,8 | 17% | 0,8 | 14% | 8,0 | 27% |
| | Folha | 143 | 7% | 3,6 | 7% | 0,3 | 6% | 1,7 | 6% |
| | Vagem | 456 | 21% | 8,2 | 16% | 0,9 | 16% | 8,6 | 29% |
| | Grão | 877 | 41% | 30,2 | 60% | 3,7 | 64% | 11,5 | 39% |
| | Total | 2159 | 100% | 50,8 | 100% | 5,8 | 100% | 29,7 | 100% |
| R | Haste | 396 | 20% | 3,4 | 8% | 0,3 | 7% | 4,2 | 17% |
| | Folha | 137 | 7% | 3,4 | 8% | 0,4 | 8% | 2,1 | 9% |
| | Vagem | 684 | 35% | 10,0 | 25% | 1,0 | 21% | 7,5 | 31% |
| | Grão | 735 | 38% | 23,9 | 59% | 3,0 | 63% | 10,7 | 44% |
| | Total | 1952 | 100% | 40,7 | 100% | 4,7 | 100% | 24,4 | 100% |
| OV | Haste | 873 | 36% | 11,6 | 25% | 1,3 | 24% | 10,4 | 27% |
| | Folha | 152 | 6% | 4,0 | 9% | 0,4 | 7% | 2,1 | 5% |
| | Vagem | 812 | 33% | 10,4 | 23% | 1,1 | 19% | 16,9 | 44% |
| | Grão | 618 | 25% | 20,0 | 44% | 2,8 | 50% | 9,2 | 24% |
| | Total | 2455 | 100% | 46,0 | 100% | 5,6 | 100% | 38,5 | 100% |
| M | Haste | 636 | 30% | 8,1 | 18% | 0,9 | 17% | 7,5 | 24% |
| | Folha | 165 | 8% | 4,1 | 9% | 0,4 | 8% | 2,3 | 7% |
| | Vagem | 586 | 30% | 9,8 | 22% | 1,0 | 19% | 11,2 | 36% |
| | Grão | 735 | 32% | 23,1 | 51% | 3,0 | 56% | 9,9 | 32% |
| | Total | 2122 | 100% | 45,2 | 100% | 5,4 | 100% | 30,9 | 100% |

M= Média das quatro cultivares

Com relação à matéria seca, os valores médios sugerem que a ordem crescente de acúmulo de matéria seca por ocasião da última coleta foi folha<vagem<haste<grão. As cultivares Jalo EEP 558 e BRS Radiante, as de maior tamanho de grãos, mostraram-se mais eficientes, acumulando, respectivamente, $877 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ e $735 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ da matéria seca nos grãos. A cv. Ouro Vermelho acumulou apenas $618 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ de matéria seca nos grãos, mas apresentou maior acúmulo nas hastes ($873 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$) em relação às demais cultivares.

Esses resultados de acúmulo final de MS na faixa de 618 kg.ha⁻¹ a 877 kg.ha⁻¹ nos grãos, estão abaixo aos apresentados por El-Husny (1992), avaliando a cv. Carioca e Bulisani (1994), avaliando as cultivares Carioca, Bico de Ouro, Goiano Precoce, Rico 23 e Rosinha G2, com acúmulos finais de MS nos grãos na faixa entre 735 kg.ha⁻¹ e 3202 kg.ha⁻¹. Ambos os trabalhos foram realizados em vasos, em casa de vegetação, onde se extrapolou os resultados para acúmulo, em kg.ha⁻¹, em uma população de 200 mil plantas.ha⁻¹, bem próxima da população média do presente estudo, 215 mil plantas.ha⁻¹.

O acúmulo final de MS nos grãos apresentou superioridade na cv. Jalo EEP 558, tipo III. As cultivares avaliadas por El-Husny (1992) e Bulisani (1994) são todas do tipo III, e apresentaram maior matéria seca de grãos, em relação ao presente trabalho. Isso leva a crer que este tipo de planta pode apresentar maior capacidade em acumular mais MS nos grãos, mas este maior acúmulo não é devido ao comprimento do ciclo, pois a cv. Ouro Vermelho foi a de maior ciclo e de menor acúmulo de MS no grão. Certamente mais pesquisas devem ser conduzidas nesse aspecto pois a cv. Ouro Vermelho, tipo II/III, apresentou o menor acúmulo final de MS nos grãos, mas foi a que mais acumulou MS na planta inteira. É de se supor que, não fosse o excesso de chuvas, o acúmulo final de MS nos grãos poderia ser maior.

Os valores do acúmulo final de N demonstram que por ocasião da última coleta o feijoeiro apresentava em média, 23 kg.ha⁻¹ do nutriente nos grãos, variando de 18 kg.ha⁻¹ a 30 kg.ha⁻¹, conforme a cultivar. Este resultado de distribuição de nutrientes entre os órgãos das plantas pode ser reflexo do ambiente com excesso de chuvas, uma vez que os acúmulos de N apresentados por El-Husny (1992) e Bulisani (1994), variaram de 75 kg.ha⁻¹ a 182 kg.ha⁻¹ de acúmulo final de N nos grãos. Nas outras partes da planta (haste, folha e vagem), as porcentagens de acúmulo final de N obtidas por aqueles autores corroboram com os valores obtidos no presente trabalho. Isso pode ser associado ao fato de

que o excesso de chuvas ocorreu mais tardiamente no ciclo, prejudicando mais o florescimento, formação de vagens e enchimento de grãos.

O acúmulo final de P por ocasião da última coleta apresentou, nos grãos, variação de 2,6 kg.ha⁻¹ a 3,7 kg.ha⁻¹, valores também inferiores se comparados aos resultados obtidos por El-Husny (1992) e Bulisani (1994), cuja variação no grão foi de 10 kg.ha⁻¹ a 16kg.ha⁻¹. Mais uma vez, o excesso de chuvas pode ter influenciado o desenvolvimento dos grãos de forma diferenciada. Porém o acúmulo final de P em haste, folhas e vagens, apresentaram-se com valores semelhantes aos obtidos por aqueles autores.

A média de porcentagem do acúmulo final de K nos grãos foi de 31 kg.ha⁻¹, variando de 8 kg.ha⁻¹ a 12 kg.ha⁻¹. Os resultados apresentados no presente trabalho nas outras partes da planta, corroboram com os dados obtidos em casa de vegetação por El-Husny (1992) e Bulisani (1994), mas a variação no acúmulo final de K no grão foi de 24 kg.ha⁻¹ a 70 kg.ha⁻¹. Deve-se salientar que a variação nos acúmulos de N e P nos grãos, em comparação aos trabalhos citados, foi de maior magnitude que a do acúmulo de K, o que pode estar associado ao fato de que, tanto no presente trabalho, (experimento no campo), quanto nos trabalhos de El-Husny (1992) e Bulisani (1994), com experimentos em casa de vegetação, o solo possuía disponibilidade de K suficiente para distribuição normal entre os órgãos da planta.

A Tabela 5 apresenta as médias do acúmulo final de MS, Ca, Mg e S e as respectivas porcentagens dos acúmulos totais, nas cultivares Bolinha, Jalo EEP 558, BRS Radiante e Ouro Vermelho em cada parte da planta isoladamente.

O terceiro macronutriente mais acumulado, em média, no feijoeiro é o Ca (VIEIRA, 2006; FEITOSA et al., 1980; GALLO; MIYASAKA, 1961; BULISANI, 1994; COBRA NETTO, 1967; EL-HUSNY, 1992) e isto pode ser observado na Tabela 41. Contrastando com o acúmulo total na parte aérea, chama atenção o fato de que o acúmulo final de Ca nos grãos, por ocasião da

última coleta, foi sempre o de valores mais baixos, em comparação a haste, folha e vagem, com média de acúmulo da ordem de $1,2 \text{ kg.ha}^{-1}$, variando de $1,0 \text{ kg.ha}^{-1}$ a $1,5 \text{ kg.ha}^{-1}$, nos grãos. Nos trabalhos de El-Husny (1992) e Bulisani (1994), as médias variaram de 7 kg.ha^{-1} a 19 kg.ha^{-1} , superiores aos obtidos no presente ensaio. É permitido, no entanto, concluir que o acúmulo de Ca, no presente trabalho, foi prejudicado pelo excesso de chuvas, reduzindo a absorção desse nutriente a partir da fase reprodutiva. Como é sabido, o cálcio, um nutriente considerado imóvel na planta, não é redistribuído.

Os valores do acúmulo de Mg demonstram que por ocasião da última coleta, as cultivares do presente trabalho, Bolinha, Jalo EEP 558, BRS Radiante e Ouro Vermelho, apresentaram máximas variando de $3,1 \text{ kg.ha}^{-1}$ e $2,6 \text{ kg.ha}^{-1}$, na haste e na vagem, respectivamente. Esses resultados corroboram com os obtidos por El-Husny (1992), no entanto, Bulisani (1994) obteve resultados inferiores. De acordo com Bulisani (1994) e Cobra Neto (1967) em casos de baixo rendimento de o acúmulo de Mg, pode ter seu acúmulo triplicado.

Tabela 5 Valores médios do acúmulo final ($\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ e %) de matéria seca e macronutrientes secundários nas cultivares Bolinha (B), Jalo EEP 558 (J), BRS Radiante (R), Ouro Vermelho (OV), com sua partição em diferentes partes da planta, safra primavera-verão 2006/2007. UFLA, 2010

| Cv | Parte da planta | Matéria seca | | Cálcio | | Magnésio | | Enxofre | |
|----|-----------------|--------------------------------|------|--------------------------------|------|--------------------------------|------|--------------------------------|------|
| | | $\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ | % | $\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ | % | $\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ | % | $\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ | % |
| B | Haste | 591 | 30% | 5,4 | 33% | 2,1 | 36% | 1,1 | 39% |
| | Folha | 227 | 11% | 5,0 | 30% | 0,7 | 12% | 0,5 | 18% |
| | Vagem | 392 | 32% | 5,1 | 31% | 2,0 | 34% | 0,4 | 15% |
| | Grão | 711 | 27% | 1,0 | 6% | 1,1 | 18% | 0,8 | 29% |
| | Total | 1921 | 100% | 16,5 | 100% | 5,8 | 100% | 2,9 | 100% |
| J | Haste | 683 | 32% | 6,5 | 44% | 2,2 | 39% | 1,0 | 36% |
| | Folha | 143 | 7% | 3,3 | 22% | 0,4 | 7% | 0,3 | 12% |
| | Vagem | 456 | 21% | 4,0 | 27% | 1,5 | 27% | 0,4 | 13% |
| | Grão | 877 | 41% | 1,2 | 8% | 1,5 | 27% | 1,1 | 38% |
| | Total | 2159 | 100% | 15,0 | 100% | 5,6 | 100% | 2,8 | 100% |
| R | Haste | 396 | 20% | 3,6 | 27% | 0,9 | 19% | 0,6 | 28% |
| | Folha | 137 | 7% | 3,3 | 25% | 0,4 | 9% | 0,3 | 12% |
| | Vagem | 684 | 35% | 5,4 | 40% | 2,1 | 45% | 0,6 | 26% |
| | Grão | 735 | 38% | 1,1 | 8% | 1,3 | 27% | 0,8 | 35% |
| | Total | 1952 | 100% | 13,4 | 100% | 4,6 | 100% | 2,3 | 100% |
| OV | Haste | 873 | 36% | 10,2 | 46% | 3,1 | 41% | 3,1 | 59% |
| | Folha | 152 | 6% | 4,3 | 19% | 0,6 | 8% | 0,4 | 7% |
| | Vagem | 812 | 33% | 6,3 | 28% | 2,6 | 34% | 0,7 | 13% |
| | Grão | 618 | 25% | 1,5 | 7% | 1,3 | 17% | 1,1 | 21% |
| | Total | 2455 | 100% | 22,2 | 100% | 7,6 | 100% | 5,4 | 100% |
| M | Haste | 635,8 | 30% | 6,4 | 38% | 2,1 | 35% | 1,5 | 44% |
| | Folha | 164,8 | 8% | 4,0 | 24% | 0,5 | 9% | 0,4 | 11% |
| | Vagem | 586 | 30% | 5,2 | 31% | 2,0 | 34% | 0,5 | 16% |
| | Grão | 735,3 | 32% | 1,2 | 7% | 1,3 | 22% | 1,0 | 29% |
| | Total | 2122 | 100% | 16,8 | 100% | 5,9 | 100% | 3,3 | 100% |

M= Média das quatro cultivares

O acúmulo final de S nas partes da planta apresentaram a superioridade nas porcentagens acumuladas na haste (44%) e nos grãos (29%), fato que corrobora com os resultados obtidos por El-Husny (1992). No entanto os valores de acúmulo final, em $\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$, foram muito inferiores aos resultados desse autor ($1,0 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ contra $13 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ nos grãos). Este baixo acúmulo de S no grão pode ter sofrido diferentes causas. De acordo com El-Husny (1992) uma maior disponibilidade de K pode causar inibição na absorção de S. De acordo com

Cobra Neto (1967), pode ainda ter ocorrido um caso de indisponibilidade espacial de S, comum em áreas experimentais.

A Tabela 6 demonstra as comparações entre alguns trabalhos de relevância do ambiente acadêmico e o presente estudo, o que nos permite afirmar, que a influência do excesso de chuvas sobre o acúmulo de nutrientes para o feijoeiro é relevante. Os dados médios do presente trabalho são inferiores aos apresentados pelos demais autores.

Tabela 6 Valores médios do acúmulo de nutrientes (kg ha^{-1}) na parte aérea do feijoeiro, no presente trabalho e determinado por diferentes autores, em experimentos e manejo diversos.

| Autores | Parte planta | N | P | K | Ca | Mg | S |
|--------------------------------------|--------------|-----|----|----|----|----|----|
| Presente trabalho | Haste | 8 | 1 | 8 | 6 | 2 | 1 |
| | Folha | 4 | 0 | 2 | 4 | 1 | 0 |
| | Vagem | 10 | 1 | 11 | 5 | 2 | 1 |
| | Grão | 23 | 3 | 10 | 1 | 1 | 1 |
| | Total | 45 | 5 | 31 | 17 | 6 | 3 |
| El-Husny (1992) ¹ | Folha | 18 | 3 | 28 | 52 | 10 | 7 |
| | Vagem | 8 | 1 | 11 | 4 | 3 | 1 |
| | Grão | 94 | 16 | 47 | 9 | 8 | 13 |
| | Total | 120 | 20 | 86 | 65 | 21 | 21 |
| Bulisani (1994) ² | Haste | 70 | 5 | 40 | 17 | 6 | - |
| | Folha | 72 | 7 | 42 | 20 | 7 | - |
| | Vagem | 78 | 6 | 49 | 23 | 8 | - |
| | Grão | 98 | 9 | 53 | 26 | 8 | - |
| Total | 104 | 11 | 62 | 29 | 9 | - | |
| Vieira (2006) ³ | Total | 105 | 11 | 81 | 47 | 14 | 9 |
| Feitosa et al. (1980) | Total | 81 | 7 | 62 | 57 | 10 | - |
| Cobra Netto (1967) ⁴ | Total | 102 | 9 | 93 | 54 | 18 | 26 |
| Gallo e Miyasaka (1961) ⁵ | Total | 84 | 7 | 68 | 34 | 11 | 6 |

1 - Cv. Carioca (casa de vegetação)

2 - Cvs. Carioca, Bico de Ouro, Goiano Precoce, Rico 23 e Rosinha G2 (casa de vegetação)

3 - Cvs. BRS MG Talismã e Ouro Negro (plantio direto e convencional);

4 - Cv. Roxinho (plantio convencional);

5 - Cv. Chumbinho opaco (plantio convencional)

Em se tratando de uma área experimental, de utilização intensiva, os resultados inferiores podem estar parcialmente relacionados à baixa fertilidade

inicial do solo (Tabela 1) com baixo ter e P. Porém as práticas de manejo da fertilidade do solo foram seguidas conforme as recomendações ideais (CHAGAS et al., 1999), ou seja, foi feita adubação adequada na semeadura, além da cobertura nitrogenada. Isso pode sugerir que o baixo acúmulo de nutrientes foi reflexo do excesso de chuvas ocorrido nesta safra, que se revelou drasticamente limitante para a cultura, principalmente refletindo no acúmulo de MS e produtividade.

O excesso de chuvas pode ter afetado, não só reduzindo a disponibilidade de nutrientes no solo (lixiviando N e K, por exemplo) como também reduzindo os processos de absorção e translocação em consequência de arejamento inadequado ou deficiência de oxigênio (Andrade et al., 2006).

O acúmulo de macronutrientes nas hastes do feijoeiro apresentou a ordem decrescente $N > K > Ca > Mg > P > S$, ordem esta que coincidiu com os resultados obtidos por Bulisani (1994), porém este autor não avaliou o acúmulo de S (Tabela 6).

Segundo as médias de acúmulo de nutrientes apresentados na Tabela 42 na folha do feijoeiro, o presente trabalho apresentou ordem decrescente $N > Ca > K > Mg > P > S$, contudo, os resultados obtidos por Bulisani (1994) foram diferentes, com ordem decrescente $N > K > Ca > Mg > P$, já os dados apresentados por El-Husny (1992), revelaram valores ainda mais distintos, com ordem $Ca > K > N > Mg > S > P$.

As vagens do feijoeiro apresentaram-se acúmulos finais médios na seguinte ordem decrescente $K > N > Ca > Mg > P > S$, dados que corroboram com El-Husny (1992), no entanto, Bulisani (1994) apresentou acúmulo de N superior ao acúmulo de K. Esses resultados do presente trabalho apresentaram também magnitude semelhante aos resultados de El-Husny (1992), os quais estão abaixo dos valores obtidos por Bulisani (1994).

Conforme a Tabela 42, pode-se verificar que a ordem decrescente de acúmulo total foi $N > K > Ca > Mg > P > S$. Comparando-se esta sequência com as de outros autores, verifica-se que houve coincidência com as obtidas por Vieira (2006), Feitosa et al. (1980) e Gallo e Miyasaka (1961), porém Bulisani (1994) apresentou acúmulo de P superior ao acúmulo de Mg, e Cobra Netto (1967) e El-Husny (1992), o acúmulo de S superou os de Mg e P.

4 CONCLUSÕES

Os acúmulos de N, P, K, Ca, Mg e S apresentaram-se de maneira semelhante aos acúmulos de MS, nas quatro cultivares, seguindo um certo tipo de comportamento repetitivo.

A ordem decrescente de acúmulo de nutrientes, média das quatro cultivares, foi diferenciada nas folhas (N>Ca>K>Mg>P>S), vagens (K>N>Ca>Mg>P>S), grãos (N>K>P>Ca>Mg>S) e total (N>K>Ca>Mg>P>S).

REFERÊNCIAS

ACOMPANHAMENTO da Safra Brasileira. Grãos (Safra 2010/2011) Intenção de Plantio Segundo Levantamento (Novembro 2010). Disponível em: <www.conab.gov.br>. Acesso em: 20 nov. 2010.

ALMEIDA, L.D.; BULISANI, E.A.; MIYASAKA, S.; SORDI, G.; ALOISI SOBRINHO, J.; ALVES, S. Efeito da incorporação de massa vegetal, da adubação e do espaçamento na produção do feijoeiro. **Bragantia**, Campinas, v. 34, n. 1, p. XLIII-XLVII, out. 1975. nota 10.

ALVAREZ V., V.H.; NOVAIS, R.F.; BARROS, N.F.; CANTARUTTI, R.B.; LOPES, A.S. Interpretação dos resultados das análises de solos. In: RIBEIRO, A.C.; GUIMARÃES, P.T.G.; ALVAREZ V., V.H. (Ed.). **Recomendações para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais: 5ª Aproximação**. Viçosa, MG: Comissão de Fertilidade do Solo do Estado de Minas Gerais, p. 25-32. 1999.

ALVAREZ V., V.H.; RIBEIRO, A.C. Calagem. In: RIBEIRO, A.C.; GUIMARÃES, P.T.G.; ALVAREZ V.H. (ed.). **Recomendações para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais - 5ª Aproximação**. CFSEMG, Viçosa, MG. p. 43-60. 1999.

ALVES JÚNIOR J. **Adubação nitrogenada na cultura do feijoeiro cv. BRS-MG Talismã no ambiente 1 e ambiente 2**. Lavras: UFLA, 2007. 61p. Dissertação (Mestrado).

ALVES, A.F. **Densidades populacionais para cultivares alternativas de feijoeiro em Minas Gerais**. 2008. 50 p. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) – Universidade Federal de Lavras, Lavras.

ANDRADE, C. A. B. de; FAQUIN, V.; FURTINI NETO, A. E.; ANDRADE, A. T.; ARNEIRO, R. F. V. Nutrição mineral do feijoeiro cultivado em solos de várzea do Sul de Minas Gerais. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 24, n. 4, p. 947-956. 2000.

ANDRADE, M.J.B.; CARVALHO, A.J.; VIEIRA, N.M.B. Condições edafoclimáticas. In: VIEIRA, C.; PAULA JÚNIOR, T.J.; BORÉM, A. **Feijão**. 2.ed. Viçosa, MG: UFV, 2006. p. 67-86.

ARAÚJO, G.A.A.; VIEIRA, C.; MIRANDA, G.V. Efeito da época de aplicação do adubo nitrogenado em cobertura sobre o rendimento do feijão no período de outono-inverno. **Revista Ceres**. Viçosa, v,41, n,236, p,442-450, jul./ago. 1994.

ARF, O.; TOLEDO, A.R.M.; BUZETTI, S.; SÁ, M.E.; FUJIWARA, R.H. Estudo de espaçamentos e densidades na cultura do feijoeiro (*Phaseolus vulgaris* L.) II: Adubação em função da população de plantas. In: REUNIÃO NACIONAL DE PESQUISA DE FEIJÃO, 3, Vitória. **Anais...** Vitória: EMCAPA, 1990. p. 189. (EMCAPA. Documentos, 62).

BANZATTO, D.A. & KRONKA, S.N. **Experimentação Agrícola**. 3.ed. FUNEP, Jaboticabal, SP. 1995. 247p.

BENNETT, J.P.; ADAMS, M.W.; BURGA, C. Pod yield component variation and intercorrelation in *Phaseolus vulgaris* L. as affected by planting density. **Crop Science**, Madison, v. 17, p. 73-5, 1977.

BRANDES, D. **Análise de crescimento do feijoeiro (*Phaseolus vulgaris* L.), efeito da densidade e da época de plantio**. 1971. 109 p. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia)-Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG.

BULISANI, E.A. **Crescimento e absorção de nutrientes em cinco cultivares de feijoeiro (*Phaseolus vulgaris* L.)**. 150 p. 1994. Tese (Doutorado em Fitotecnia)-Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba, SP.

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. Feijão. In: RIBEIRO, A.C.; GUIMARÃES, P.T.G.; ALVAREZ V.; V.H. (Ed.). **Recomendações para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais: 5ª aproximação**. Viçosa, MG: Comissão de Fertilidade do Solo do Estado de Minas Gerais, 1999. p. 306-307.

COBRA NETTO, A. **Nutrição mineral do feijoeiro (*Phaseolus vulgaris* L.)**. 1967. 91 p. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia)-Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba, SP.

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'**, Piracicaba, v,28, p. 257-274, 1971.

EL-HUSNY, J.C. **Limitações nutricionais pra a cultura do feijoeiro (*Phaseolus vulgaris* L.) em um solo do Norte de Minas Gerais**. 1992. 151 p. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia)-Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG.

EMBRAPA ARROZ E FEIJÃO. Sistemas de manejo. Disponível em: <<http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Feijao/FeijaoPrimSegSafrasulMG/cultivares.htm#ec>>. Acesso em 20 de Março de 2009.

FARIA, R.T. Espaçamento e densidade. In: INSTITUTO AGRONÔMICO DO PARANÁ. **Cultura do feijão no Estado do Paraná**. Londrina: IAPAR, 1980. p,25-26. (Circular Técnica, 18).

FEITOSA, C.T.; RONZELLI JR., P.; D'A ALMEIDA, L.; VEIGA, A.A.; HIROCE, R.; JORGE, J. P. N. Adubação NP para o feijoeiro na presença e ausência de calcário. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v. 4, n. 3, p. 156-159, 1980.

FERNANDES, M.I.P.S. **Efeito da variação de estande dos experimentos com a cultura do feijoeiro**. 1987. 73 p. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) – Escola Superior de Agricultura de Lavras, Lavras.

FERNANDEZ, F.; GEPTS, P.; LÓPEZ, M. Etapas de desarrollo em la planta de frijol. In: LÓPEZ, M.; FERNADEZ, F.; SCHOOWHOVEN, A. **Frijol, investigación y producción**. Colômbia: CIAT, 1985. p. 61-80.

GALLO, J.R.; MIYASAKA, S. Composição química do feijoeiro e absorção de elementos nutritivos do florescimento à maturação. **Bragantia**, Campinas, v,20, n,40, p. 867-884, set. 1961.

GARRIDO, M.A.T.; DEL PINO, M.A.I.T.; SILVA, A.M.; ANDRADE, M.J.B. Crescimento, absorção iônica e produção do feijoeiro sob dois níveis de nitrogênio e três lâminas de irrigação. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 24, n. 1, p. 187-194, jan./mar. 2000.

GOMES, A.A.; ARAÚJO, A.P.; ROSSIELLO, R.O.P.; PIMENTEL, C. Acumulação de biomassa, características fisiológicas e rendimento de grãos em cultivares de feijoeiro irrigado e sob sequeiro. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 35, n. 10, p. 1927-1937, 2000.

GOMES, F.P. **Curso de estatística experimental**. Piracicaba: ESALQ, 1990. 460p.

HAAG, H.P.; MALAVOLTA, E.; GARGANTINI, H.; BLANCO, H.G. Absorção de nutrientes pela cultura do feijoeiro. **Bragantia**, Campinas, v,26, n. 30, p. 380-391, set. 1967.

JAUER, A. Análise de crescimento da cultivar de feijão Pérola em quatro densidades de semeadura. **Revista da Fac. de Zootecnia, Veterinária e Agronomia de Uruguaiana**, v. 10, p. 101-113, jul. 2003.

JAUER, A.; DUTRA, L.M.C.; ZABOT, L.; LUCCA FILHO, O.A.; LOSEKANN, M.E.; UHRY, D.; STEFANELO, C.; FARIAS, J.R.; LUDWIG, M.P. Análise de crescimento da cultivar de feijão Pérola em quatro densidades de semeadura. **Revista da Faculdade de Zootecnia, Veterinária e Agronomia**, Uruguaiana, v. 10, n. 1, p. 1-12, 2003.

LAVRAS. Prefeitura Municipal de Lavras. Secretaria de indústria, comércio, serviços e tecnologia. **Conheça Lavras**. Lavras, 1993. 97p.

LOPES, A.S.; CARVALHO, J.G. Micronutrientes: critérios de diagnose para solo e planta. In: SIMPÓSIO SOBRE ENXOFRE E MICRONUTRIENTES NA AGRICULTURA BRASILEIRA, 1988, Londrina. **Anais...** Campinas, EMBRAPA-CNPSO/IAPAR/SBCS, 1988. p. 133-78.

MALAVOLTA, E.; LIMA FILHO, O.F. Nutrição e adubação do feijoeiro. In: FANCELLI, A.L.; DOURADO NETO, D. (Ed.). **Tecnologia da produção de feijão irrigado**. Piracicaba:ESALQ, 1997. p. 22-51.

MORAES, J.F.V. Calagem e adubação. In: ZIMMERMANN, M.J.O.; ROCHA, M.; YAMADA, T. **Cultura do feijoeiro: fatores que afetam a produtividade**. Piracicaba, Associação Brasileira para Pesquisa da potassa e do Fosfato, 1988. p. 261-301.

PAULA JÚNIOR, T.J.; CARNEIRO, J.E.S.; VIEIRA, R.F.; ABREU, A.F.B.; RAMALHO, M.A.P.; PELOSO, M.J.D.; TEIXEIRA, H. **Cultivares de feijão-comum para Minas Gerais**. Belo Horizonte. EPAMIG, 2010. 21 p.

PORTES, T.A. Ecofisiologia. In: ARAÚJO, R.S. et al. (Coord.). **Cultura do feijoeiro comum no Brasil**. Piracicaba: Potafós, 1996. p. 101-37.

RAMALHO, M.A.P.; ABREU, A.F.B. Cultivares. In; VIEIRA, C.; PAULA JÚNIOR, T.J.; BORÉM, A. **Feijão**. 2ª. Ed. Editora UFV, UFV: Viçosa, MG, 2006, p. 415-436.

ROSOLEM, C.A. Calagem e adubação mineral. In: ARAÚJO, R.S. ; RAVA, C. A.; STONE, L. F.; ZIMMERMANN, M. J. O. (Coord.). **Cultura do feijoeiro comum no Brasil**. Piracicaba: Associação Brasileira para Pesquisa da Potassa e do Fosfato, 1996. p. 353-390.

ROSOLEM, C.A. **Nutrição e adubação do feijoeiro**. Piracicaba, Associação Brasileira para Pesquisa da Potassa e do Fosfato, 1987. 91 p. (Boletim Técnico, 8).

SANTOS, J.B.; GAVILANES, M.L. Botânica. In; VIEIRA, C.; PAULA JÚNIOR, T.J.; BORÉM, A. **Feijão**. 2.ed. Viçosa, MG: UFV, 2006. p. 41-65.

SAS Institute Incorporation. **Copyright © 2010 SAS Institute Inc.**, SAS Campus Drive, Cary, North Carolina, USA, 2010.

SHIMADA, M.M.; ARF, O.; SÁ, M.E. Componentes do rendimento e desenvolvimento do feijoeiro de porte ereto sob diferentes densidades populacionais. **Bragantia**, Campinas v. 59, n. 2, p. 181-187, 2000.

SILVA, A.O.; LIMA, E.A.; MENEZES, H.E.A. Rendimento de grãos de feijão (*Phaseolus vulgaris* L.), cultivado em diferentes densidades de plantio. **Revista das Faculdades Integradas de Bebedouro**, Bebedouro, v. 3, p. 1-5, 2007.

SILVA, C.C. Estabelecimento da cultura. In: ARAÚJO, R.S.; RAVA, C.A.; STONE, L.F.; ZIMMERMANN, M.J.O. Cultura do feijoeiro comum no Brasil. Piracicaba: POTAFÓS, 1996, p. 417-32.

SOUZA, A.B.; ANDRADE, M.J.B.; ALVES, V.G. Populações de plantas, adubação e calagem para o feijoeiro (cv. Iapar 81) em Gleissolo de Ponta Grossa, Estado do Paraná. **Acta Scientiarum: Agronomy**, Maringá, v. 26, n. 3, p. 347-352, 2004.

SOUZA, A.B.; ANDRADE, M.J.B.; VIEIRA, N.M.B.; ALBUQUERQUE, A. Densidades de semeadura e níveis de NPK e calagem na produção do feijoeiro sob plantio ambiente 2, em Ponta Grossa, Paraná. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, Goiânia, v. 38, n. 2, p. 39-43, 2008.

STONE, L.F.; PEREIRA, A.L. Sucessão arroz-feijão irrigados por aspersão. Efeitos de espaçamento entre linhas, adubação e cultivar na produtividade e nutrição do feijoeiro. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.29, n.4, p.521-533, 1994

STONE, L.F.; SILVEIRA, P.M. Efeito de sistemas de preparo na compactação do solo, disponibilidade hídrica e comportamento de feijoeiro. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 34, n. 83-91, 1999.

URCHEI, M.A.; RODRIGUES, J.D.; STONE, L.F. Análise de crescimento de duas cultivares de feijoeiro sob irrigação, no ambiente 1 e preparo ambiente 2. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v,35, n3, p,497-506, 2000.

VALE, L.S.R. **Doses de calcário, desenvolvimento da planta, componentes de produção, produtividade de grãos e absorção de nutrientes de dois cultivares de feijão**. Universidade Estadual Paulista: Botucatu, 1994, 71 p. (Dissertação – Mestrado em Fitotecnia)

VIEIRA, N.M.B. **Acúmulo de nutrientes e desempenho agrônomo de cultivares de feijoeiro-comum, em diferentes populações e sistemas de manejo**. 2009. 117 p. Tese (Doutorado em Agronomia/Fitotecnia) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG.

VIEIRA, N.M.B. **Crescimento e marcha de absorção de nutrientes no feijoeiro cvs. BRS MG Talismã e Ouro Negro, no ambiente 1 e ambiente 2**. 2006. 145 p. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG.

VILLAMIL LUCAS, J.M. **Influência da densidade de população sobre a produção em variedades de feijão vagem (*Phaseolus vulgaris* L.) de porte baixo**. 1987. 69p. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) – Escola Superior de Agricultura ‘Luiz de Queiroz’, Piracicaba.

WESTERMANN, D.T. et al. Nitrogen sources for bean seed production. **Agronomy Journal**, Madison, v. 73, p. 660-664, 1981.

ZABOT, L.; DUTRA, L.M.C.; JAUER, A.; LUCCA FILHO, O. A.; UHRY, D.; STEFANELO, C.; LOSEKAN, M.G.; FARIAS, J. R.; LUDWIG, M.P. Análise de crescimento da cultivar de feijão BR IPAGRO 44 Guapo Brilhante cultivada na safrinha em quatro densidades de semeadura em Santa Maria-RS. **Revista Ciencia Agroveterinária**, Lages, v,3, n,2, p. 105-115, 2004.