

**COMPORTAMENTO DO FEIJOEIRO**  
*(Phaseolus vulgaris L. cv. Pérola)* **SUBMETIDO**  
**A DIFERENTES DENSIDADES DE**  
**SEMEADURA E NÍVEIS DE ADUBAÇÃO**  
**NITROGENADA**

**ITAMAR ROSA TEIXEIRA**

**1998**

Job analysis

**ITAMAR ROSA TEIXEIRA**

**COMPORTAMENTO DO FEIJOEIRO (*Phaseolus vulgaris* L. cv. Pérola)  
SUBMETIDO A DIFERENTES DENSIDADES DE SEMEADURA E  
NÍVEIS DE ADUBAÇÃO NITROGENADA**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Lavras, como parte das exigências do Curso de Pós-Graduação em Agronomia, área de concentração Fitotecnia, para obtenção do título de "Mestre"

Orientador  
Prof. Dr. Messias José Bastos de Andrade

LAVRAS  
MINAS GERAIS - BRASIL  
1998

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

Teixeira, Itamar Rosa.

Comportamento do feijoeiro (*Phaseolus vulgaris* L. cv. Pérola) submetido a diferentes densidades de sementeira e níveis de adubação nitrogenada /Itamar Rosa Teixeira. – Lavras : UFLA, 1998.

67 p. : il.

Orientador: Messias José Bastos de Andrade.

Dissertação (Mestrado) – UFLA.

Bibliografia.

1. Feijão. 2. Sementeira. 3. Densidade de sementeira. 4. Adubação nitrogenada. 5. Nitrogênio. I. Universidade Federal de Lavras. II. Título.

CDD-635.652

**ITAMAR ROSA TEIXEIRA**

**COMPORTAMENTO DO FEJJOEIRO (*Phaseolus vulgaris* L. cv. Pérola)  
SUBMETIDO A DIFERENTES DENSIDADES DE SEMEADURA E  
NÍVEIS DE ADUBAÇÃO NITROGENADA**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Lavras, como parte das exigências do Curso de Pós-Graduação em Agronomia, área de concentração Fitotecnia, para obtenção do título de "Mestre"

APROVADA em 15 de outubro de 1998

Prof. Dr. <sup>a</sup> Janice Guedes de Carvalho UFLA

Prof. Dr. Augusto Ramalho de Morais UFLA

Prof. Dr. João Batista Donizeti Corrêa UFLA

  
Prof. Dr. Messias José Bastos de Andrade  
UFLA  
(Orientador)

LAVRAS  
MINAS GERAIS - BRASIL

A meus pais,  
Adelício e Aparecida,  
Aos meus irmãos,  
Leonardo, José Roberto e Lucimara,

**OFEREÇO.**

**A Deus**  
que tornou possível a  
realização deste sonho

## SUMÁRIO

LISTA DE TABELAS.....	i
LISTA DE FIGURAS.....	iii
RESUMO.....	vii
ABSTRACT.....	ix
1 INTRODUÇÃO.....	1
2 REFERENCIAL TEÓRICO.....	2
2.1 O nitrogênio no solo.....	2
2.2 Importância do nitrogênio para o feijoeiro.....	3
2.3 Respostas da cultura do feijoeiro à adubação nitrogenada.....	4
2.4 Influência da densidade populacional na cultura do feijoeiro.....	7
3 MATERIAL E MÉTODOS.....	13
3.1 Delineamento experimental e tratamentos.....	15
3.2 Detalhes das parcelas, implantação e condução dos ensaios.....	16
3.3 Características avaliadas.....	17
3.4 Análise estatística.....	19
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	20
4.1 Características agronômicas do feijoeiro.....	20
4.1.1 Estande inicial.....	22
4.1.2 Estande final.....	24
4.1.3 Número de vagens por planta.....	27
4.1.4 Número de grãos por vagem.....	30
4.1.5 Peso médio de cem grãos.....	32
4.1.6 Altura de plantas.....	33
4.1.7 Rendimento de grãos.....	35
4.1.8 Considerações finais sobre características agronômicas.....	39
4.2 Infestação por plantas daninhas à época da colheita.....	39

4.2.1 Avaliação visual de plantas daninhas.....	41
4.2.2 Número de espécimes de plantas daninhas.....	43
4.2.3 Matéria fresca de plantas daninhas.....	45
4.2.4 Matéria seca de plantas daninhas.....	47
4.2.5 Considerações finais sobre plantas daninhas.....	49
4.3 Ocorrência de mancha-de-alternária ( <i>Alternaria spp</i> ).....	49
4.3.1 Considerações finais sobre mancha-de-alternária.....	52
4.4 Teores foliares de macro e micronutrientes no feijoeiro na safra do inverno-primavera.....	52
4.4.1 Teores foliares de macronutrientes.....	52
4.4.2 Teores foliares de micronutrientes.....	56
4.4.3 Considerações finais sobre macro e micronutrientes.....	58
5 CONCLUSÕES.....	59
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	60

## LISTA DE TABELAS

<b>Tabela</b>	<b>Página</b>
1. Resultados da análise química de amostras dos solos utilizados nos experimentos (0-20cm de profundidade). UFLA, Lavras-MG.....	15
2. Resumo da análise de variância conjunta (quadrados médios) do rendimento de grãos, componentes do rendimento, altura de planta e estandes inicial e final do feijoeiro cv. Pérola. UFLA, Lavras-MG, 1998.....	21
3. Valores médios dos estandes inicial e final, número de vagens por planta, número grãos por vagem, peso cem grãos, altura de planta e rendimento de grãos do feijoeiro cv. Pérola, em função de safras, doses de nitrogênio e densidades de semeadura. UFLA, Lavras-MG, 1998.....	22
4. Resumo da análise de variância conjunta (quadrados médios) da avaliação de plantas daninhas. UFLA, Lavras-MG, 1997/98.....	40
5. Valores médios da avaliação visual, do número de espécimes e dos pesos da matéria fresca e matéria seca de plantas daninhas em função de safras, doses de nitrogênio e densidades do feijoeiro cv. Pérola. (Dados originais). UFLA, Lavras-MG, 1997/98.....	40

6. Resumo da análise de variância conjunta (quadrados médios) da incidência de mancha-de-alternária no florescimento e maturação do feijoeiro cv. Pérola. UFLA, Lavras-MG, 1997/98.....	49
7. Valores médios da incidência de mancha-de-alternária ( <i>Alternaria sp</i> ), no florescimento e na maturação do feijoeiro cv. Pérola, em função de safras, doses de nitrogênio e densidades de semeadura. UFLA, Lavras-MG, 1997/98.....	50
8. Resumo da análise de variância (quadrados médios) dos dados relativos aos teores de macronutrientes nas folhas do feijoeiro cv. Pérola, no inverno-primavera. UFLA, Lavras-MG, 1997.....	53
9. Teores médios de macronutrientes nas folhas do feijoeiro cv. Pérola em função de doses de nitrogênio e densidades de semeadura no inverno-primavera. UFLA, Lavras-MG, 1997.....	53
10. Resumo da análise de variância (quadrados médios) dos dados relativos aos teores de alguns micronutrientes nas folhas do feijoeiro cv. Pérola, no inverno-primavera. UFLA, Lavras-MG, 1997.....	56
11. Teores médios de alguns micronutrientes nas folhas do feijoeiro cv. Pérola em função de doses de nitrogênio e densidades de semeadura no inverno-primavera. UFLA, Lavras-MG, 1997.....	57

## LISTA DE FIGURAS

<b>Figura</b>	<b>Página</b>
1. Variação diária da temperatura média, precipitação pluviométrica e umidade relativa do ar, no período de julho de 1997 a maio de 1998. (Dados fornecidos pela Estação Climatológica Principal de Lavras-MG, situada no campus da UFLA, em convênio com o Instituto Nacional de Meteorologia - INMET).....	14
2. Representação gráfica e equações de regressão do estande inicial do feijoeiro cv. Pérola, em função da densidade de semeadura em três safras. UFLA, Lavras-MG, 1997/98.....	23
3. Representação gráfica e equações de regressão do estande inicial do feijoeiro cv. Pérola, em função das doses de N em três safras. UFLA, Lavras-MG, 1997/98.....	24
4. Representação gráfica e equações de regressão do estande final do feijoeiro cv. Pérola, em função da densidade de semeadura em três safras. UFLA, Lavras-MG, 1997/98.....	25
5. Representação gráfica e equações de regressão do estande final do feijoeiro cv. Pérola, em função das doses de N em três safras. UFLA, Lavras-MG, 1997/98.....	26

**Figura****Página**

6. Representação gráfica e equações de regressão do número de vagens do feijoeiro cv. Pérola, em função das doses de N em três safras. UFLA, Lavras-MG, 1997/98..... 28
7. Representação gráfica e equações de regressão do número de vagens do feijoeiro cv. Pérola, em função das doses de N, em quatro densidades de semeadura. UFLA, Lavras-MG, 1997/98..... 29
8. Representação gráfica e equações de regressão do número de vagens do feijoeiro cv. Pérola, em função da densidade de semeadura, em quatro doses de N. UFLA, Lavras-MG, 1997/98.... 30
9. Representação gráfica e equação de regressão do número de grãos por vagem do feijoeiro cv. Pérola, em função das doses de N. UFLA, Lavras-MG, 1997/98..... 31
10. Representação gráfica e equações de regressão do peso de cem grãos do feijoeiro cv. Pérola, em função de doses de N, em três safras. UFLA, Lavras-MG, 1997/98..... 33
11. Representação gráfica e equação de regressão da altura do feijoeiro cv. Pérola, em função das doses de N em três safras. UFLA, Lavras-MG, 1997/98..... 34

12. Representação gráfica e equações de regressão do rendimento de grãos (kg/ha) do feijoeiro cv. Pérola, em função das doses de N, em três safras. UFLA, Lavras-MG, 1997/98..... 36
13. Representação gráfica e equações de regressão do rendimento de grãos (kg/ha) do feijoeiro cv. Pérola, em função das doses de N, em quatro densidades de semeadura. UFLA, Lavras-MG, 1997/98..... 37
14. Representação gráfica e equações de regressão do rendimento de grãos (kg/ha) do feijoeiro cv. Pérola, em função da densidade de semeadura, em diferentes níveis de adubação nitrogenada. UFLA, Lavras-MG, 1997/98..... 38
15. Representação gráfica e equação de regressão da avaliação visual de plantas daninhas (AVPD), em função da densidade de semeadura do feijoeiro cv. Pérola (Dados originais). UFLA, Lavras-MG, 1997/98..... 41
16. Representação gráfica e equações de regressão da avaliação visual de plantas daninhas (AVPD), em função das doses de N, em três safras (Dados originais). UFLA, Lavras-MG, 1997/98.... 42

17. Representação gráfica e equação de regressão do número de espécimes de plantas daninhas, em função das doses de N, em três safras (Dados transformados em raiz quadrada de  $x+1$ ). UFLA, Lavras-MG, 1997/98..... 43
18. Representação gráfica e equação de regressão do número de espécimes de plantas daninhas, em função da densidade de semeadura, em três safras (Dados transformados em raiz quadrada de  $x+1$ ). UFLA, Lavras-MG, 1997/98..... 44
19. Representação gráfica e equação de regressão do peso da matéria fresca de plantas daninhas, em função das doses de N (Dados transformados em raiz quadrada de  $x+1$ ). UFLA, Lavras-MG, 1997/98..... 45
20. Representação gráfica e equação de regressão do peso da matéria fresca de plantas daninhas, em função da densidade de semeadura do feijoeiro cv. Pérola (Dados transformados em raiz quadrada de  $x+1$ ). UFLA, Lavras-MG, 1997/98..... 46
21. Representação gráfica e equação de regressão do peso da matéria seca de plantas daninhas do feijoeiro cv. Pérola, em função das doses de N (Dados transformados em raiz quadrada de  $x+1$ ). UFLA, Lavras-MG, 1997/98..... 47

<b>Figura</b>	<b>Página</b>
22. Representação gráfica e equação de regressão do peso da matéria seca de plantas daninhas, em função da densidade de semeadura do feijoeiro cv. Pérola (Dados transformados em raiz quadrada de $x+1$ ). UFLA, Lavras-MG, 1997/98.....	48
23. Representação gráfica e equações de regressão do incidência da mancha-de-alternária ( <i>Alternaria sp</i> ) no feijoeiro cv. Pérola, em função de doses de N. UFLA, Lavras-MG, 1997/98.....	51
24. Representação gráfica e equações de regressão dos teores de nitrogênio, potássio e cálcio (A) e fósforo, magnésio e enxofre (B) nas folhas do feijoeiro cv. Pérola, em função de doses de N. UFLA, Lavras-MG, 1997.....	55
25. Representação gráfica e equações de regressão dos teores de alguns micronutrientes, nas folhas do feijoeiro cv. Pérola, em função de doses de N. UFLA, Lavras-MG, 1997.....	58

## RESUMO

TEIXEIRA, Itamar Rosa. Comportamento do feijoeiro (*Phaseolus vulgaris* L. cv. Pérola) submetido a diferentes densidades de semeadura e níveis de adubação nitrogenada. Lavras: UFLA, 1998. 67p. (Dissertação - Mestrado Fitotecnia)\*

Com o objetivo de verificar os efeitos da adubação nitrogenada e da densidade de semeadura sobre o comportamento da cultivar de feijão Pérola, foram conduzidos três ensaios de campo (inverno-primavera 97, águas 97/98 e seca 98), em Latossolo Roxo distrófico do campo experimental do Departamento de Agricultura da UFLA. Empregou-se o delineamento de blocos casualizados com quatro repetições, em esquema fatorial 4x4, envolvendo quatro densidades (6, 10, 14 e 18 plantas/m) e quatro doses de nitrogênio (0, 50, 100 e 150 kg N/ha), fonte uréia, aplicadas em duas parcelas, 2/3 na semeadura e 1/3 em cobertura 20 dias após a emergência. Em todos os ensaios foram avaliados no feijoeiro o rendimento de grãos, seus componentes (número de vagens por planta, número de grãos por vagem e peso de cem grãos) e a altura de plantas, além dos estandes inicial e final; por ocasião da colheita determinou-se também a infestação por plantas daninhas, utilizando-se uma avaliação visual (escala EWRC), o número de espécimes, o peso da matéria fresca e o peso da matéria seca de plantas daninhas. No primeiro ensaio (inverno-primavera) foram ainda obtidos os teores foliares de macronutrientes e de alguns micronutrientes, enquanto nos demais ensaios (águas e seca) foi também avaliada a incidência de mancha-de-alternária (*Alternaria* sp.). Os resultados mostraram que as doses crescentes de nitrogênio elevaram linearmente o rendimento de grãos, como resultado do aumento do número de vagens por planta, do número de grãos por vagem e do peso de cem grãos; este efeito, todavia, foi influenciado pelas safras e densidades utilizadas. Em geral, o aumento da densidade de semeadura reduziu o número de vagens por planta. Na presença de doses menores de N (até 50 kg/ha), o aumento da densidade de semeadura elevou linearmente o rendimento de grãos, mas esse efeito não foi observado na presença das maiores doses de N (100 a 150 kg N/ha). O aumento da densidade de semeadura reduziu a infestação de plantas daninhas por ocasião da colheita do feijão. Os sintomas de *Alternaria* sp., mais expressivos na safra das águas, foram reduzidos com o aumento da dose de nitrogênio e não se mostraram afetados pelas densidades de semeadura.

---

\* Comitê Orientador: Messias José Bastos de Andrade - UFLA (Orientador), Janice Guedes de Carvalho - UFLA, Augusto Ramalho de Moraes - UFLA e João Batista Donizeti Corrêa - UFLA.

De maneira geral, as diferentes densidades de semeadura não afetaram os teores dos nutrientes nas folhas do feijoeiro, mas as doses crescentes de N elevaram linearmente os teores foliares de N, K, Ca, Mg, Mn e Zn e, por efeito de diluição, reduziu os teores de P, S e B.

## ABSTRACT

TEIXEIRA, Itamar Rosa. Behavior of the bean plant (*Phaseolus vulgaris* L. cv. Pérola) submitted to different sowing densities and levels of nitrogen fertilization. Lavras: UFLA, 1998. 67p. (Dissertation – Master's in Plant Science)\*

With a view to verifying the effects of nitrogen fertilization and sowing density upon the behavior of Perola bean, three field trials (winter-spring 97, waters summer 97/98 and drought 98) were conducted an dystrophic Dusky Red Latosol of the experimental field of the Departament of Agriculture of the UFLA. The randomized block design with four replications in 4x4 factorial scheme, involving four densities (6, 10, 14 and 18 plants/m) and four levels of nitrogen (0, 50, 100 and 150 kg N/ha) source urea applied into two plots, 2/3 at sowing and 1/3 in dressing 20 days after emergency was employed. In every trial evaluated the grain yield, its components (number of pods per plant, number of grains per pod and weight of one hundred grains) and height of plants, besides the initial and final stands; on the occasion of the harvest, also infestation by weeds by employing a visual evaluation (EWRC scale) and number of specimens, weight of the fresh matter and weight of the dry matter of weeds. In the first trial (winter-spring) were still obtained the leaf contents of macronutrients and of some micronutrients while in other trials (waters and drought) the incidence of alternária spot (*Alternaria sp.*). The results showed that the growing levels of nitrogen linearly raised grain yield, as a result of increased number of pods per plant, number of grains per pod and weight of one hundred grains, this effect, however, was influenced by the crops and densities utilized. In general, increased sowing density reduced the number of pods per plant. In the presence of lower levels of N (up to 50 kg N/ha), the increase of sowing density linearly elevated grain yield, but this effect was not found in the presence of higher levels of N (100 to 150 kg N/ha). Increase of sowing density reduced weed infestation on the occasion of the harvest of bean. The symptoms of *Alternaria sp.*, more marked in the waters crop, were reduced with increased levels of nitrogen and they did not seem to be affected by sowing densities. In general, the different sowing densities did not influence the nutrient contents in the leaves of the bean plant, but the growing levels of N linearly raised the leaf contents of N, K, Ca, Mg, Mn and Zn and, by the effect of dilution, reduced the contents of P, S and B.

---

\* Guidance committe: Messias José Bastos de Andrade – UFLA (Major Professor), Janice Guedes de Carvalho - UFLA, Augusto Ramalho de Moraes – UFLA and João Batista Donizeti Corrêa - UFLA.

## 1 INTRODUÇÃO

O feijão-comum (*Phaseolus vulgaris* L.), produto agrícola de alta expressão econômica e social, é o alimento básico da população brasileira e constitui a principal fonte protéica das classes de menor poder aquisitivo. O Brasil é o maior produtor e consumidor mundial com uma produção média anual de 3 milhões de toneladas. Apesar dessa grande importância, o rendimento médio da cultura no Brasil é de apenas 572 kg/ha (Agroanalysis, 1997), o que pode ser considerado baixo, uma vez que a cultura tem potencial para alcançar produtividades entre 2500 e 3800 kg/ha. Várias causas são apontadas como responsáveis por essa situação, entre elas, reduzida utilização de sementes selecionadas, emprego de cultivares inadequadas, expansão da cultura para áreas de solo de baixa fertilidade natural, política agrícola deficitária, diversidades climáticas e inadequações tecnológicas no seu cultivo.

Dentre os fatores de ordem técnica, o emprego racional de fertilizantes, principalmente os nitrogenados, o uso de adequadas populações de plantas, aliados a cultivares de elevado potencial genético, apresentam-se como alternativas viáveis para amenizar o problema. Como esses fatores normalmente têm sido estudados isoladamente, é importante que se realizem estudos, onde sejam avaliados em conjunto, de preferência, envolvendo novas opções de cultivares em distintas épocas de semeadura, quando ocorrem sensíveis alterações no sistema de produção e no ambiente onde se desenvolvem as plantas.

O presente trabalho teve por objetivo verificar o comportamento da culti-var de feijão Pérola, recomendada para Minas Gerais, quando submetida a diferentes níveis de adubação nitrogenada e densidades de plantas nas semeaduras das águas, seca e inverno-primavera, de forma a melhor orientar os produtores mineiros de feijão, na maximização da utilização dessa nova cultivar.

## 2 REFERENCIAL TEÓRICO

### 2.1 O nitrogênio no solo

A maior parte do nitrogênio encontrado no solo está sob a forma orgânica, que não é prontamente absorvida pelas plantas, sendo necessária a sua redução a formas minerais ( $\text{NH}_4$  e  $\text{NO}_3$ ), preferencialmente absorvidas pelas plantas (Raij, 1991). Em solos tropicais, os microorganismos são os principais responsáveis pela mineralização da forma orgânica em amônio, que posteriormente sofrerá nitrificação, transformando-se em nitrato. Vale ressaltar que o nitrato é extremamente móvel no solo, sendo perdido, principalmente, pelos processos de lixiviação e volatilização (Caballero, 1982; Oziname, Van Gijn e Ulex, 1983), afetando assim, a disponibilidade de nitrogênio no solo e também à eficiência dos fertilizantes nitrogenados. Duque et al. (1985) constataram que o aproveitamento do nitrogênio, proveniente da adubação mineral, foi inferior a 50%, sendo que, em solos arenosos esse aproveitamento foi inferior a 10%. Entretanto, Rosolem (1996) não considera essas perdas tão importantes à cultura do feijoeiro, sobretudo, quando se faz um bom manejo da irrigação e assinala ainda, que a maior parte dos fertilizantes nitrogenados, atualmente utilizada na nutrição do feijoeiro, têm como fonte o amônio, que é mais estável no solo.

Um nutriente, para ser absorvido pelas raízes, precisa permanecer em solução, sendo o transporte de nutrientes, desde a solução do solo até às raízes, realizado por três mecanismos: interceptação radicular, fluxo de massa e difusão (Malavolta, Vitti e Oliveira, 1997). No caso do nitrogênio, o mecanismo é basicamente fluxo de massa, pois, a água absorvida pelas raízes para atender à demanda transpiratória, arrasta o nitrogênio à superfície radicular do feijoeiro (Reichardt, 1985; Vale, Guilherme e Guedes, 1993).

## **2.2 Importância do nitrogênio para o feijoeiro**

O suprimento adequado de nutrientes é essencial para o bom desenvolvimento e crescimento do feijoeiro e, conseqüentemente, para obtenção de altas produtividades. Raij et al. (1996) relatam que os teores de macronutrientes encontrados nas folhas do feijoeiro, por ocasião do florescimento, são em gramas, por quilo de matéria seca, da ordem de 30 a 50 g N, 20 a 24 g K, 10 a 25 g Ca; 2,5 a 5,0 g Mg, 2,5 a 4,0 g de P e 2,0 a 4,0 g de S. O nitrogênio, portanto, é o nutriente mais absorvido durante o ciclo da cultura (Caballero et al., 1985; Rosolem, 1987; El Husny, 1992), quando uma população de 250.000 plantas/ha extrai aproximadamente 100 kg N/ha (Oliveira, Araújo e Dutra, 1996).

O nitrogênio é constituinte básico da clorofila, dos aminoácidos, das proteínas e de outros componentes importantes no metabolismo da planta. A adubação nitrogenada, além de contribuir para aumento da produtividade, proporciona maior produção de proteína por área (Almeida et al., 1988; Cuesta, 1992; Faquin, 1994), já que o teor de proteína nos grãos está diretamente relacionado com a quantidade de nitrogênio aplicado ao solo.

Plantas com teores de nitrogênio abaixo de 1%, em suas diferentes partes são consideradas deficientes nesse nutriente (Oliveira e Thung, 1988). A deficiência é caracterizada por plantas atrofiadas, com caule e ramos delgados; folhas apresentando coloração entre o verde pálido e a amarela; os ramos são reduzidos, com poucas flores e as vagens contêm poucas e pequenas sementes, resultando em baixa produção de grãos (Oliveira, Araújo e Dutra, 1996). Segundo Malavolta (1980), plantas com deficiência de nitrogênio apresentam ainda o sistema radicular pouco desenvolvido, diminuindo assim, a extração de nutrientes do solo.

De acordo com Parra (1989), as deficiências de nitrogênio se verificam com maior freqüência, em solos degradados por manejo inadequado e com baixa

disponibilidade de matéria orgânica, em condições favoráveis ao processo de mineralização. Outra característica que está relacionada ao surgimento de sintomas de deficiência, conforme já foi discutido, é a sua alta mobilidade no solo, podendo ser facilmente lixiviado para camadas mais profundas (Caballero, 1982; Oziname, Van Gijn e Ulex, 1983).

É amplamente reconhecido e comprovado o papel do nitrogênio, entre os nutrientes essenciais ao crescimento e desenvolvimento das plantas, no que diz respeito ao incremento da produção, todavia, é discutida a viabilidade da aplicação de N, para leguminosas, como é o caso do feijoeiro, uma vez que este nutriente pode ser suprido por elas, pelo menos em parte, através da fixação simbiótica (Oliveira, Araújo e Dutra, 1996). Estima-se, porém, que para o feijoeiro, a capacidade de suprimento de N, via fixação, corresponde a apenas 20 a 33% do N necessário (Malavolta, 1980; Cassini e Franco, 1998). Assim, para altas produtividades, torna-se necessária a aplicação de N mineral.

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

A adubação com fertilizantes nitrogenados aumenta a produção de grãos do feijoeiro, em consequência do incremento nos componentes do rendimento, ou seja, no número de vagens por planta, no número de grãos por vagem e no peso de cem grãos. Dentre esses componentes, o mais afetado pela adubação nitrogenada e também mais diretamente correlacionado ao aumento da produtividade é o número de vagens por planta (Almeida et al. 1988; Rocha, 1991; Silveira e Damasceno, 1993; Calvache et al. 1995; Diniz, 1995).

Um dos fatores mais importantes da resposta do feijoeiro à adubação nitrogenada é à disponibilidade de água no solo (Frizzone, 1986; Silveira e Stone, 1994; Calvache et al. 1995). Por esse motivo, Rosolem (1996) relata que em épocas onde as condições hídricas são satisfatórias, há maior probabilidade de resposta ao N adicionado através da adubação. Reis, Vieira e Braga (1972)

observaram que em experimento na safra das águas, a falta de adubo nitrogenado no sulco de plantio foi prejudicial à produção de grãos, o mesmo não acontecendo no cultivo da seca.

O feijoeiro é tradicionalmente cultivado no Brasil em duas épocas: águas (primavera-verão) e seca (verão-outono), com produtividades de 665 e 570 kg/ha, respectivamente, no período 1990-94 (Yokoyama, Banno e Kluthcouski, 1996). A safra das águas caracteriza-se por apresentar um bom potencial hídrico durante todo o ciclo da cultura, na cultura da seca, geralmente ocorrem problemas relacionados à falta de água a partir do florescimento, havendo, portanto, necessidade de irrigação suplementar. Recentemente, surgiu uma terceira época, englobando os cultivos irrigados de outono-inverno e inverno-primavera (Vieira e Vieira, 1995), quando se atinge a produtividades médias de 1225 kg/ha (Vieira e Vieira, 1995; Yokoyama, Banno e Kluthcouski, 1996).

No Brasil, freqüentemente se constata a importância da adubação nitrogenada do feijoeiro, em diferentes regiões (Rosolem, 1996), embora não haja uma constância de resultados (Oliveira e Thung, 1988), o que indica a necessidade de mais estudos do seu comportamento, no solo e na planta.

Malavolta (1972), citado por Souza (1994), analisando 232 experimentos de adubação, verificou que depois do fósforo, as respostas mais comuns (29% dos ensaios) foram ao nitrogênio. Estudo de Villalobos (1980) constatou que em um universo de 140 experimentos, envolvendo o nitrogênio como um dos nutrientes da adubação do feijoeiro, houve resposta positiva e significativa em 33% dos casos.

Em levantamento feito por Rosolem (1996), foi constatada variação muito ampla com relação às doses de resposta do feijoeiro à adubação nitrogenada (30 a 150 kg N/ha), sugerindo que a cultura pode responder a doses maiores que as atualmente recomendadas. Deve ser salientado, entretanto, que altas doses de N podem resultar em perdas, causado por sua elevada mobilidade

no solo, e podem ainda reduzir a germinação e emergência das sementes (Araújo, Vieira e Miranda, 1994; Silveira e Damasceno, 1993). As recomendações que hoje são preconizadas baseiam-se, sobretudo, em curvas de respostas a doses crescentes de N, pois não existe um critério adequado que permita correlacionar à resposta do feijoeiro ao teor do nutriente no solo (Morais, 1988). Em Minas Gerais, de acordo com a Comissão...(1989), a recomendação (plantio + cobertura) varia de 30 kg N/ha (safra da seca) a 60 kg N/ha (áreas irrigadas). Entretanto, resultados obtidos por Carvalho (1992) e Diniz (1995), dentre outros, mostram que há grande diversidade de situações e que, em muitas delas, há necessidade de um ajuste na recomendação generalizada.

Resultados de pesquisa indicam que há comportamento diferencial entre as cultivares de feijão, no que se refere à eficiência de resposta à adubação nitrogenada (Silva, 1988; Parra, 1989). Segundo Junqueira Neto (1977), entretanto, o pouco conhecimento com relação à capacidade de resposta das cultivares de feijoeiro à adubação, não tem possibilitado a recomendação levando em consideração a cultivar plantada. No Brasil e nos demais países produtores, os ensaios relativos à resposta diferencial de cultivares de feijoeiro à adubação nitrogenada são escassos; maior conhecimento sobre o assunto é dificultado pela falta de resultados consistentes obtidos até agora.

Parra et al. (1980) citados por Parra (1989), constataram que a cv. Carioca não respondeu, significativamente, às doses superiores a 40 kg N/ha, enquanto que a cv. Paraná-1 respondeu à dose mais elevada do nutriente (120 kg N/ha). Silva (1988), avaliando o comportamento das cultivares Carioca, Eriparza e Rio Tibagi submetidas a doses de nitrogênio, verificou que elas responderam, diferentemente, aos níveis de adubação nitrogenada; a "Carioca" mostrou-se mais eficiente na utilização do nitrogênio e o contrário ocorreu com a cv. Rio Tibagi; não houve resposta à adubação nitrogenada, também por parte da

cultivar Eriparza. O referido autor concluiu que a recomendação de adubação nitrogenada para o feijoeiro deve levar em conta a cultivar utilizada. Por outro lado, Amane (1994), utilizando 17 cultivares de feijão, constatou que, em geral, as cultivares de feijão responderam de maneira semelhante à adubação nitrogenada.

Outro fator que pode influenciar a resposta do feijoeiro à adubação nitrogenada é a presença de plantas daninhas, pois elas estão sempre presentes, competindo diretamente com a cultura, interferindo no seu desenvolvimento, reduzindo-lhe à produção (Lunkes, 1997; Silva e Silva, 1997). Estudando os efeitos da adubação nitrogenada em cobertura após a capina, em diferentes safras das cvs Novo Jalo, Ouro e Ouro Negro, Paes (1997) constatou que nos cultivos das águas, da seca e do inverno, atrasos na capina aumentaram o índice de plantas daninhas na área e que a utilização do nitrogênio em cobertura, promoveu aumentos na produção de grãos e no número de vagens por planta; o peso de cem grãos também aumentou, exceto o da cv. Novo Jalo no cultivo de inverno.

Outra interferência a destacar em relação à adubação nitrogenada está diretamente relacionada à resistência a doenças, pois existem estudos afirmando que altas doses de nitrogênio tornariam as plantas mais suscetíveis à incidência de doenças; Marschner (1995), por exemplo, relata que altas concentrações de N aumentam a severidade de infecção, provocada por parasitas obrigatórios, mas têm um efeito oposto, em doenças causadas por parasitas facultativos, tal como *Alternaria sp.* e *Fusarium sp.* e muitas doenças bacterianas, entre elas *Xanthomonas spp.*

#### **2.4 Influência da densidade populacional na cultura do feijoeiro**

A população de plantas é fator condicionante, no aumento da produtividade da cultura do feijoeiro, sendo que, geralmente, a baixa densidade

de semeadura está entre as principais causas de baixa produtividade nas lavouras de todo o Brasil.

A densidade de plantas tem sido objetivo de freqüentes investigações e os resultados mostram-se, às vezes, contraditórios. Nienhuis e Singh (1985) observaram que somente nas maiores densidades, a produtividade de cultivares de crescimento determinado (tipo I) foi semelhante àquela das cultivares de hábito indeterminado (tipo II), o que evidenciou uma maior adaptação das cultivares do tipo I, ao aumento da população de plantas; nas menores densidades, a produção de grãos das cv. de hábito indeterminado foi maior do que a de hábito determinado. Por outro lado, Silva (1978) citado por Valério (1998), trabalhando com cultivares de hábito de crescimento dos tipos I, II e III (Manteigão Fosco 11, CNF 10 e Carioca, respectivamente), em três densidades de semeadura (180, 260 e 340 mil plantas por hectare), constatou que nos tipos I e II a produção de grãos foi semelhante nas três densidades, enquanto que o tipo III produziu mais na densidade intermediária. Em levantamento feito por Lollato (1997) em 25 países, com dados referentes ao período 1982/96 (231 trabalhos consultados) verificou-se efeito de densidade em 25% dos trabalhos.

A população de plantas, como consequência da forma de distribuição das mesmas entre as linhas e dentro delas, é fator que influencia à capacidade de produção da cultura, apesar da capacidade de adaptação dos feijoeiros, que mesmo em densidades diferentes, tendem a manter rendimentos, que não diferem significativamente, principalmente, pela grande capacidade de compensação entre os componentes do rendimento, sobretudo, no que diz respeito ao número de vagens por planta (Del Peloso, 1990; Arf et al. 1990; Vale, 1994). Segundo Lollato (1997), essa plasticidade é mais evidente em variedades com hábito de crescimento tipo III, em relação as do tipo II, e nestas em relação àquelas do tipo I. Para este último autor, a deficiência hídrica e o desequilíbrio nutricional, notadamente a falta de N, diminuem a plasticidade do

feijoeiro, que deve ser manejada, ajustando-se à população de plantas às condições nutricionais.

Em Minas Gerais, Vieira (1968), utilizando 10, 13, 20 e 40 sementes por metro linear da cultivar Rico 23 (tipo II), constatou que a maior redução na densidade final ocorreu, onde a semeadura foi realizada com 40 sementes, que também reduziu o tamanho e o peso dos grãos produzidos. As maiores produções foram obtidas no tratamento com 20 sementes por metro linear, que por sua vez produziu 11% a mais do que o tratamento com 10 sementes. Por outro lado, Faria e Kranz (1982), em duas épocas de semeadura (águas e da seca), utilizando as cultivares de feijão Goiano Precoce (tipo I), Aroana (tipo II) e Carioca (tipo III), nas densidades de 10, 15 e 20 sementes, por metro linear, não observaram diferenças significativas de produtividade entre as densidades usadas.

Arf et al. (1996), utilizando a cultivar de feijão Ouro (tipo II), nas densidades de semeadura de 8, 12 e 16 plantas/m, verificaram que o aumento do número de plantas na linha, ocasionou a redução na produção de matéria seca, vagens e sementes por planta; porém a produtividade foi compensada, sendo o maior valor, encontrado na densidade de 16 plantas/m. Buzetti (1992), trabalhando com densidades de semeadura e parcelamento de N, observaram também que o aumento das densidades não influenciou o número de grãos por vagem, o número de vagens por planta e o peso de cem grãos; porém, aumentou a produção de grãos, da mesma forma que o aumento da dose de N.

O uso de populações (ou densidades de semeadura) adequadas de plantas por área, além de ser uma prática simples e sem nenhum custo adicional, pode resultar em ganhos econômicos significativos. De um modo geral, têm sido recomendados espaçamentos de 40 a 60cm entre fileiras, com 10 a 12 plantas por metro, o que corresponde a populações de 167 mil a 300 mil plantas/ha (Silva, 1996). Densidades de semeaduras inferiores a 200.000 plantas/ha podem

propiciar maior incidência de plantas daninhas, falta de uniformidade na maturação e também pode causar redução no rendimento; por outro lado, populações superiores a 375.000 plantas/ha oneram os custos, por apresentarem necessidades de maiores quantidades de sementes, dificultando também os tratos culturais (Chagas, 1988; Chagas 1994). Altas densidades também ainda podem agravar os danos causados por enfermidades das raízes e da parte aérea das plantas, principalmente, em condições climáticas que envolvem altas temperaturas e umidade do ar, como as predominantes nas épocas tradicionais de cultivo, ou seja: águas e secas (Menezes, 1995). O aumento do intervalo entre plantas, proporciona um aumento da circulação de ar e na penetração de luz, dentro e ao redor das mesmas, condições desfavoráveis para o desenvolvimento de doenças fúngicas (Vieira, 1978; Sartorato e Rava, 1994). Kranz (1989) relata que com o aumento no número de plantas por metro linear, os rendimentos crescem até atingir um máximo, decrescendo depois, nas populações mais altas, quando é maior a tendência para o acamamento. Finalmente, Silva (1996) assinala que o fato de muitas cultivares modernas possuírem plantas com diferentes características, sobretudo mais eretas que as antigas, existindo a necessidade de reavaliação das recomendações sobre populações ideais.

Com o aumento da população de plantas, há maior competição da cultura com as invasoras. Valério (1998), estudando populações de 180 a 300 mil feijoeiros/ha, nos espaçamentos de 40, 50 e 60cm entre linhas, verificou que o aumento da população reduziu a presença de plantas daninhas, resultando em decréscimo linear na sua infestação por ocasião da colheita.

Os efeitos negativos da presença de plantas daninhas sobre o crescimento, desenvolvimento e produtividade da cultura do feijoeiro, não devem ser relacionados somente à competição imposta pelas plantas daninhas, principalmente, por água, luz e nutrientes (especialmente nitrogênio), mas também às pressões ambientais diretas (competição, alelopatia e interferência na

colheita) e/ou indiretas (hospedando pragas e doenças), resultado da sua presença no ambiente (Lorenzi, 1994; Silva e Silva, 1997). Para alguns autores, como Locatelly e Doll (1977), a competição por água e nutrientes é mais importante do que a competição por luz, pois uma vez que a cultura tenha formado sombreamento, a competição pela luz torna-se inexistente. Entretanto, o feijoeiro é uma planta  $C_3$ , que se desenvolve melhor em temperaturas mais amenas e com menor radiação solar, como as existentes por ocasião do cultivo da seca e de inverno no Centro-Sul; essas condições favorecem ao desenvolvimento do feijoeiro, tornando mais fácil o controle de plantas daninhas, na sua maioria gramíneas ( $C_4$ ); o contrário ocorre por ocasião do plantio das águas, quando prevalecem as temperaturas altas, com maior incidência de chuvas e intensa radiação solar, que favorecem ao desenvolvimento das plantas daninhas em relação ao feijoeiro e dificultam, com isso, o controle de plantas daninhas (Cobucci, Ferreira e Silva, 1996).

Normalmente, logo após a emergência da cultura não ocorre competição com as plantas daninhas, mas após esse período, a presença de plantas daninhas na aérea, pode prejudicar seu crescimento e desenvolvimento. Esse período é denominado período crítico de prevenção da interferência, que ocorre do 10<sup>o</sup> ao 30<sup>o</sup> dias após a emergência da cultura, onde a necessidade de controle de plantas daninhas é indispensável; após esses período, as plantas daninhas não mais competem com a cultura (Lunkes, 1997). Entretanto, por ocasião da maturação, com a queda das folhas, as plantas daninhas ressurgem, dificultando o processo de colheita (Rodrigues et al. 1989).

A escolha de uma determinada distribuição linear de sementes pode estar relacionada com a produtividade esperada. No já citado levantamento de Lollato (1997), para produtividades inferiores a 2200 kg/ha, as densidades de 10 a 12,5 plantas/m foram as mais produtivas, enquanto que para produtividades superiores a 2200 a densidade mais produtiva foi a de 10 plantas/m.

A fertilidade do solo está inteiramente relacionada ao fator densidade. Faria (1980), citado por Kranz (1989) e Lollato (1997), recomendam que em solos férteis deve-se optar por densidade de semeadura mais baixa (10 plantas/m), devido à grande quantidade de área foliar, que aumenta a capacidade de compensação do feijoeiro. Já em solos de baixa fertilidade, as plantas se desenvolvem menos, devendo-se lançar mão de maiores densidades (10 a 15 plantas/m). Woolley e Davis (1991) comentam que embora geralmente, seja sugerido o contrário, as práticas utilizadas por agricultores de algumas regiões, como Ruanda e Honduras servem de argumento, pois eles utilizam maiores densidades em condições de baixa fertilidade, afirmando que, quando as plantas crescem pouco, maior quantidade de plantas deve ser utilizada, para preencher os espaços e produzir algo mais. Kranz (1989); entretanto, ressalta que essa densidade não pode ser demasiadamente alta, devido à pressão de competição por água e nutrientes, principalmente, nitrogênio.

As recomendações de população ideal de plantas de feijoeiro são bastante generalizadas e podem confundir os agricultores, que são os maiores interessados no uso dessa informação. Associado a isso, constata-se que, experiências de agricultores e técnicos, adquiridas em um único local, trabalhando com uma só cultivar, em um único ano agrícola, têm sido extrapoladas para diferentes regiões, o que pode comprometer seriamente a produção, pelo uso de populações inadequadas de plantas (Lollato, 1997). É necessário ainda mencionar que cultivares recém-lançadas, como a “Pérola”, que difere das demais, com relação às diversas características, devem ser avaliadas em diferentes condições e épocas de cultivo, de modo a identificar situações em que expressem totalmente o seu potencial de produtividade.

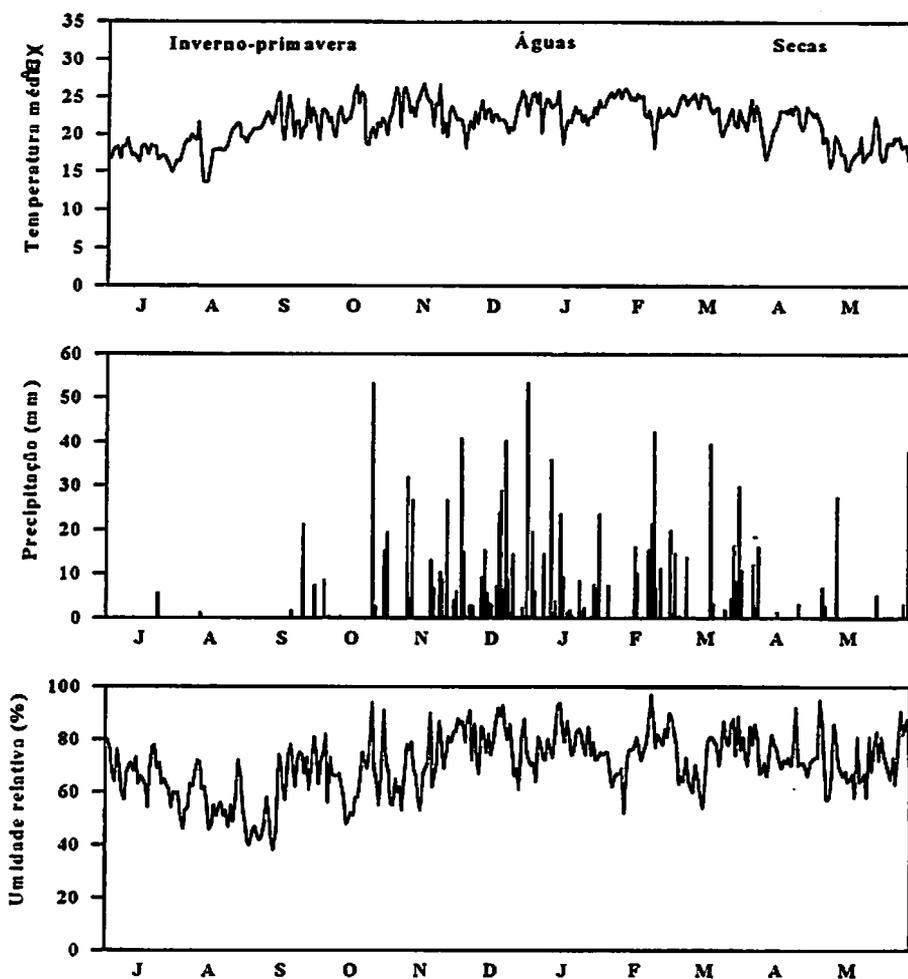
A busca de uma boa produtividade com a cultura reside, portanto, na obtenção, em cada lavoura, de um perfeito estado nutricional, que esteja em equilíbrio com a população de plantas empregada.

### 3 MATERIAL E MÉTODOS

O presente trabalho constou de três ensaios de campo (inverno-primavera 1997, águas 1997/98 e seca 1998) conduzidos em área experimental do Departamento de Agricultura (DAG), da Universidade Federal de Lavras (UFLA). Lavras está situada na região sul de Minas Gerais, a 21° 14' de latitude sul e 45°00' de longitude oeste, a uma altitude média de 918m acima do nível do mar (Brasil, 1992). O clima da região é caracterizado por uma temperatura média do mês mais quente de 22,1°C e a do mês mais frio de 15,8°C, sendo a temperatura média anual de 19,4°C; a precipitação total anual é de 1529,7mm, a evaporação total no ano de 1034,3mm e a umidade relativa média anual de 76,2% (Brasil, 1992).

As principais ocorrências climáticas durante a condução dos ensaios são apresentadas na Figura 1, onde observa-se que, em geral, as temperaturas ocorreram no intervalo citado por Arruda, Tubelis e Nascimento (1980), para o ótimo crescimento e desenvolvimento do feijoeiro (18°C a 30°C, com média ideal em torno de 21°C).

Os experimentos foram instalados em um Latossolo Roxo distrófico de textura argilosa, originalmente sob cerrado, cujos resultados da análise química são apresentados na Tabela 1.



**FIGURA 1.** Variação diária da temperatura média, precipitação pluviométrica e umidade relativa do ar, no período de julho de 1997 a maio de 1998. (Dados fornecidos pela Estação Climatológica Principal de Lavras-MG, situada no campus da UFLA, em convênio com o Instituto Nacional de Meteorologia - INMET).

**TABELA 1. Resultados da análise química de amostras dos solos utilizados nos experimentos (0-20cm de profundidade). UFLA, Lavras-MG.<sup>(1)</sup>**

Características	Inverno-primavera 1997	Águas 1997/98	Seca 1998
pH em água	5,5 AcM <sup>(2)</sup>	4,8 AcE	5,5 AcM
P (mg/dm <sup>3</sup> )	6 B	6 B	5 B
K (mg/dm <sup>3</sup> )	31 M	70 A	56 M
Ca (mmolc/dm <sup>3</sup> )	26 M	30 M	20 M
Mg (mmolc/dm <sup>3</sup> )	12 A	10 M	11 A
Al (mmolc/dm <sup>3</sup> )	0 B	0 B	0 B
H + Al (mmolc/dm <sup>3</sup> )	45 M	32 M	32 M
S (mmolc/dm <sup>3</sup> )	39 M	42 M	32 M
t (mmolc/dm <sup>3</sup> )	39 M	42 M	32 M
T (mmolc/dm <sup>3</sup> )	84 M	74 M	64 M
m (mmolc/dm <sup>3</sup> )	0 B	0 B	0 B
V (%)	46 B	57 M	50 M
M.O (%)	2,1 M	2,3 M	1,9 M

<sup>(1)</sup> Análises realizadas nos laboratórios do Departamento de Ciências do Solo (DCS) da UFLA.

<sup>(2)</sup> AcM=acidez média, AcE=acidez elevada, B= teor baixo, M= teor médio, A= teor alto (Comissão...,1989).

### 3.1 Delineamento experimental e tratamentos

O delineamento experimental utilizado foi o de blocos casualizados, com quatro repetições, sendo os tratamentos dispostos em esquema fatorial 4 x 4, envolvendo quatro níveis de adubação nitrogenada (0, 50, 100 e 150 kg N/ha) e quatro densidades de semeadura (6, 10, 14 e 18 sementes/m), totalizando 64 parcelas.

A fonte de nitrogênio foi a uréia (45% N), sendo aplicados 2/3 de cada dose na semeadura e 1/3 em cobertura, aos 20 DAE (dias após emergência), na forma convencional, manual, em filete contínuo ao lado das plantas. Para

obtenção das quatro densidades desejadas, utilizou-se, por ocasião da semeadura, 25% de sementes a mais, realizando-se o desbaste aos 10 DAE (dias após emergência).

### 3.2 Detalhes das parcelas, implantação e condução dos ensaios

Cada parcela foi constituída por quatro linhas de 5m de comprimento, no espaçamento de 0,50m, entre linhas, perfazendo 10m<sup>2</sup> de área total e 5m<sup>2</sup> de área útil (duas linhas centrais).

Nas três safras, os solos foram preparados de maneira convencional (uma aração e duas gradagens) e a calagem foi dispensada, uma vez que se utilizou o método, que se baseia nos teores de alumínio e cálcio mais magnésio (Comissão...,1989). As semeaduras foram realizadas manualmente, em 16/07/97, no ensaio do inverno-primavera, em 18/11/97, no ensaio das águas e em 13/02/98, no ensaio da seca. A emergência plena computada, quando cerca de 90% das plântulas haviam emergido, ocorreu, respectivamente, em 25/07/97, 24/11/97 e 19/02/98. A cultivar utilizada nos três ensaios foi a Pérola, a qual possui grãos tipo carioca, crescimento indeterminado, hábito II/III (semi-ereto a prostrado), ciclo normal e resistência à mancha-angular, ferrugem e mosaico-comum (EMBRAPA, 1997).

As adubações fosfatada e potássica foram realizadas integralmente na semeadura, de acordo com a análise de solo e às recomendações da Comissão...(1989), utilizando-se o superfosfato simples (18% de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>) e o cloreto de potássio (58% de K<sub>2</sub>O) como fontes. Durante a semeadura foi aplicado ainda, juntamente ao fertilizante, o inseticida forate, para prevenção das pragas iniciais do feijoeiro.

Com relação às pragas e doenças, houve necessidade de controle de formigas, por ocasião da emergência do feijoeiro, nas três safras. Houve incidência de mancha-de-alternária (*Alternaria sp*), nas safras das águas e seca.

Na safra das águas ainda foi observado pequena infestação por cigarrinha verde (*Empoasca kraemeri*) e lagarta das vagens (*Maruca testulalis*); o controle das pragas foi realizado, respectivamente, com o emprego dos inseticidas monocrotophos e deltamethrin. No ensaio da seca foi observada a presença do percevejo-das-vagens (*Neomegalotomus sp*), à partir da fase de enchimento de grãos, não sendo adotado, entretanto, nenhum controle. No ensaio de inverno-primavera não se constataram enfermidades ou pragas durante o ciclo da cultura.

O ensaio do inverno-primavera foi conduzido sob irrigação e na seca foi realizada apenas a irrigação complementar. Os demais tratamentos culturais, nas três safras, foram os normais à cultura.

### 3.3 Características avaliadas

No ensaio do inverno-primavera foram coletadas, por ocasião da plena floração, 30 folhas de cada parcela, para determinação dos teores de macro e micronutrientes, utilizando-se sempre a primeira folha completamente distendida a partir do ápice da haste principal, conforme recomenda Malavolta, Vitti e Oliveira (1997). Após a coleta, as folhas foram lavadas em água deionizada e depois levadas para estufa de circulação forçada de ar a 72<sup>o</sup>C, até peso constante, sendo posteriormente moídas para o preparo das amostras. Os teores de nutrientes no material vegetal foram analisados quimicamente como se segue: N, pelo método Kjeldahl; P, K, Ca, Mg, S, Cu, Mn, e Zn, através da digestão nítrico-perclórica e determinados no extrato (P-colorimetria; K-fotometria de chama; S-turbidimetria; Ca, Mg, Cu, Mn, Zn-espectrofotometria de absorção atômica e B, por incineração e determinação colorimétrica, pelo método da curcumina), (Malavolta, Vitti e Oliveira, 1997).

Por ocasião da colheita, nas três safras, as seguintes características agrônômicas foram avaliadas: rendimento de grãos, componentes do rendimento (número de vagens por planta, número de grãos por vagem e peso de cem grãos),

estande final, altura média de plantas e infestação por plantas daninhas. Foram ainda determinados o estande inicial, aos 10 DAE e a ocorrência de enfermidades, por ocasião da floração plena e maturação (escala de 1-sem/sintoma a 5-ataque muito severo).

Os componentes do rendimento foram determinados a partir de amostras aleatórias de 10 plantas tomadas na área útil de cada parcela e o estande final foi obtido, pela contagem do número de plantas nesta área no momento da colheita.

O rendimento de grãos foi determinado pela pesagem da totalidade dos grãos obtidos na parcela útil após a trilha de todas as plantas nela existentes, incluindo a citada amostra de 10 plantas. O peso originalmente obtido foi corrigido para 13% de umidade, de acordo com a expressão:

$$P = \frac{P_c(100 - U_o)}{(100 - 13)} \quad \text{em que:}$$

P = peso corrigido

P<sub>c</sub> = peso de campo

U<sub>o</sub> = umidade de campo

Umidade de correção = 13%

A altura média das plantas, foi determinada medindo-se a altura de 10 delas, tomadas aleatoriamente, na área útil da parcela e medidas do colo da planta até o último nó.

O grau de infestação de plantas daninhas, por ocasião da maturação, foi obtido mediante avaliação visual, da porcentagem de cobertura da área útil da parcela, por plantas daninhas (média de três avaliadores, escala EWRC variando de 1-infestação nula a 9-infestação total) e também pela utilização de uma amostra de plantas daninhas, coletadas com o auxílio de uma moldura com 0,25m<sup>2</sup> de área interna, lançada ao acaso, uma vez em cada parcela experimental, coletando-se e contando-se todas as plantas daninhas existentes

nessa área. Após a coleta, foi determinado o peso da matéria fresca da amostra, que depois de levada para estufa de circulação forçada de ar a 72°C, até o peso constante, foi pesada para obtenção do peso da matéria seca.

### 3.4 Análise estatística

Os dados obtidos nos três ensaios foram inicialmente submetidos à análise de variância individual, de acordo com o esquema sugerido por Gomes (1990), para experimentos fatoriais com dois fatores. Posteriormente, efetuou-se a análise de variância conjunta, das variáveis comuns aos três ensaios, de acordo com o esquema apresentado na Tabela 2, baseada em Banzatto e Kronka (1989), com o emprego do “software” SISVAR<sup>(1)</sup>, versão 3.01. No caso das características referentes à avaliação de plantas daninhas, pelo método do quadrado (número de espécimes, matéria fresca e matéria seca), os dados foram previamente transformados em raiz quadrada de  $(x+1)$ , com a finalidade de contornar os problemas de homogeneidade de variâncias. Os efeitos das safras foram estudados, quando significativos, mediante comparação de médias pelo teste de Tukey e os efeitos de densidades de semeadura e níveis de adubação nitrogenada, quando significativos, pelo teste F, foram submetidos à análise de regressão, com posterior seleção da equação mais representativa das relações entre as variáveis estudadas (Gomes, 1990).

Não foi realizada a análise conjunta para os teores de nutrientes (macro e micro) nas folhas do feijoeiro, porque eles foram determinados apenas na safra de inverno-primavera. Os demais procedimentos, para essas variáveis, foram semelhantes aos já descritos.

---

<sup>(1)</sup> FERREIRA, D.F. SISVAR. Sistema para Análise de Variância. Versão 3.01. 1998. “Software” não publicado.

## **4 RESULTADOS E DISCUSSÃO**

### **4.1 Características agronômicas do feijoeiro**

Na Tabela 2 é apresentado um resumo da análise de variância conjunta das características agronômicas do feijoeiro avaliadas nos ensaios. Observa-se, que todas as características foram estimadas com boa precisão experimental, já que os coeficientes de variação foram inferiores aos freqüentemente obtidos na região, com a cultura do feijoeiro (Abreu et al. 1994). Quanto às fontes de variação observa-se, pelo teste F, que houve efeito significativo de safras e de doses de nitrogênio, bem como da interação safras x doses de nitrogênio sobre todas as características avaliadas, exceto o efeito de safras sobre o número de vagens por planta. Por outro lado, a densidade de semeadura teve efeito significativo sobre os estandes inicial e final, número de vagens por planta e rendimento de grãos. Nota-se, também, que houve efeito significativo da interação safras x densidades, sobre os estandes inicial e final, da interação doses de nitrogênio x densidades sobre o número de vagens por planta e rendimento de grãos e da interação tripla sobre o número de grãos por vagem.

Na Tabela 3 são apresentados os valores médios das características avaliadas não só em função das safras, mas também em função das doses de nitrogênio e densidades de plantas, apesar do efeito desses dois últimos fatores terem sido estudados, como já mencionado, através de análise de regressão.

TABELA 2. Resumo da análise de variância conjunta (quadrados médios) do rendimento de grãos, componentes do rendimento, altura de planta e estandes inicial e final do feijoeiro cv. Pérola. UFLA, Lavras-MG, 1998.

Causas de Variação	G.L	Quadrados Médios						
		Estande Inicial	Estande Final	Vagens por planta	Grãos por vagem	Peso Cem Grãos	Altura de Planta	Rendimento
Blocos d. safras	9	42,57	63,97	8,56	0,24	3,41	53,93	114756,28
Safras (S)	2	65,05**	2240,76**	12,87	12,03**	329,99**	1608,81**	5126768,52**
Nitrogênio (N)	3	332,67**	342,65**	311,59**	2,66**	90,43**	429,37**	13328425,79**
Densidade (D)	3	120697,27**	86702,12**	376,96**	0,27	2,86	55,80	432520,46**
S x N	6	132,96**	821,53**	46,28**	0,91*	37,85**	264,13**	3701377,75**
S x D	6	61,81*	164,16*	4,56	0,29	2,17	81,21	96410,29
N x D	9	18,86	29,41	27,43**	0,57	1,68	35,89	201123,45*
S x N x D	18	15,02	86,16	4,04	0,64*	2,53	44,01	102154,27
Resíduo Médio	135	28,46	69,90	2,98	0,38	2,84	64,16	95189,72
C.V (%)	-	4,58	8,03	21,09	12,11	6,63	17,39	18,34

\*\*Significativo ao nível de 1% de probabilidade pelo teste F.

\*Significativo ao nível de 5% de probabilidade pelo teste F.

TABELA 3. Valores médios dos estandes inicial e final, número de vagens por planta, número grãos por vagem, peso cem grãos, altura de planta e rendimento de grãos do feijoeiro cv. Pérola, em função de safras, doses de nitrogênio e densidades de semeadura. UFLA, Lavras-MG, 1998.

Tratamentos	Estande Inicial (5m <sup>2</sup> )	Estande Final (5m <sup>2</sup> )	Vagens por Planta	Grãos por Vagem	Peso Cem Grãos (g)	Altura Planta (cm)	Rendimento Grãos (kg/ha)
<b>Safras</b> (*)							
Águas	116b	107a	7,6	5,0a	27,91a	49a	1978a
Seca	120a	107a	8,3	4,2b	23,40c	49a	1414c
Inverno-primavera	113b	97b	8,3	4,9a	26,13b	40b	1655b
<b>Nitrogênio</b> (kg N/ha)							
0	118	101	4,9	4,4	24,12	42	1029
50	118	107	7,3	4,7	25,32	46	1501
100	116	105	9,3	4,9	26,64	48	1983
150	113	102	10,8	4,8	27,17	48	2215
<b>Densidade</b> (plantas/m)							
6	59	54	12,0	4,8	26,16	45	1581
10	96	87	8,2	4,6	25,58	46	1637
14	134	121	6,4	4,7	25,72	46	1707
18	175	152	5,8	4,7	25,79	48	1802
Médias	116	104	8,1	4,7	25,81	46	1682

(\*) Nas colunas, médias seguidas pela mesma letra não diferem, significativamente, pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade.

#### 4.1.1 Estande inicial

O estande inicial médio correspondeu a uma densidade de 11,6 plantas/m, bem próximo, portanto, ao esperado de 12 plantas/m. Mostrou-se ligeiramente superior na seca (12 plantas/m), reduzindo-se nas demais safras (11,6 nas águas e 11,3 no inverno-primavera); essa diferença, entretanto, apesar de significativa, foi de pequena magnitude e pode ter sido detectada apenas em função do baixo coeficiente de variação observado (Tabela 2 e 3). Por outro lado, observa-se na Figura 2, que a estratégia de se utilizar maior quantidade de sementes, com desbaste posterior, foi bem sucedida nas três safras, pois as densidades de semeadura desejadas foram conseguidas com boa precisão.

Deve ser mencionado ainda que nas safras das águas e do inverno-primavera, o estande inicial do feijoeiro decresceu linearmente, com o aumento da dose de nitrogênio. Por ocasião da contagem desse estande inicial (aos 10 DAE), ainda não havia sido realizada a adubação nitrogenada em cobertura, mas é possível que o incremento das doses aplicadas na semeadura tenha causado maior efeito salino do fertilizante, resultando em menores índices de germinação e emergência das plântulas, conforme relatado por Silveira e Damasceno (1993) e Araújo, Vieira e Miranda (1994), sugerindo, desse modo, maior atenção à adubação nitrogenada realizada na semeadura. Na safra da seca não houve ajuste dos dados através da regressão (Figura 3).

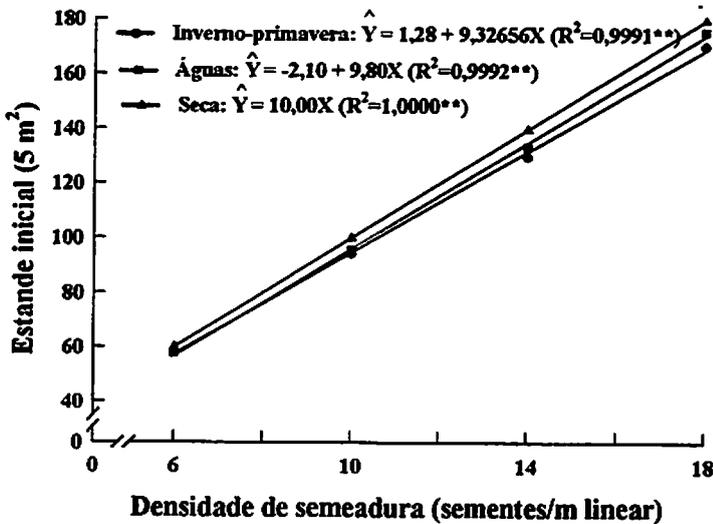


FIGURA 2. Representação gráfica e equações de regressão do estande inicial do feijoeiro cv. Pérola, em função da densidade de semeadura em três safras. UFLA, Lavras-MG, 1997/98.

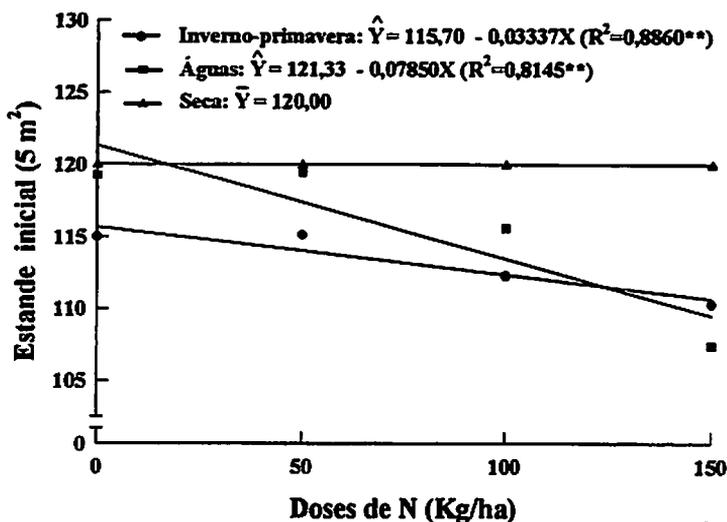


FIGURA 3. Representação gráfica e equações de regressão do estande inicial do feijoeiro cv. Pérola, em função das doses de N em três safras. UFLA, Lavras-MG, 1997/98.

#### 4.1.2 Estande final

O estande final médio correspondeu a 10,4 plantas/m, evidenciando uma sobrevivência média da ordem de 89%, em relação ao estande inicial médio de 11,6 plantas/m (Tabela 3), índice que pode ser considerado normal para o feijoeiro.

Como era esperado, o aumento da densidade de semeadura, significou aumento linear no estande final (Figura 4). Comparando-se as retas e equações apresentadas na Figura 4, entretanto, verifica-se que elas possuem declividades bastante semelhantes, indicando que o efeito das diferentes densidades sobre o estande final foi parecido, ou seja, a sobrevivência das plantas em função das densidades foi semelhante nas três safras.

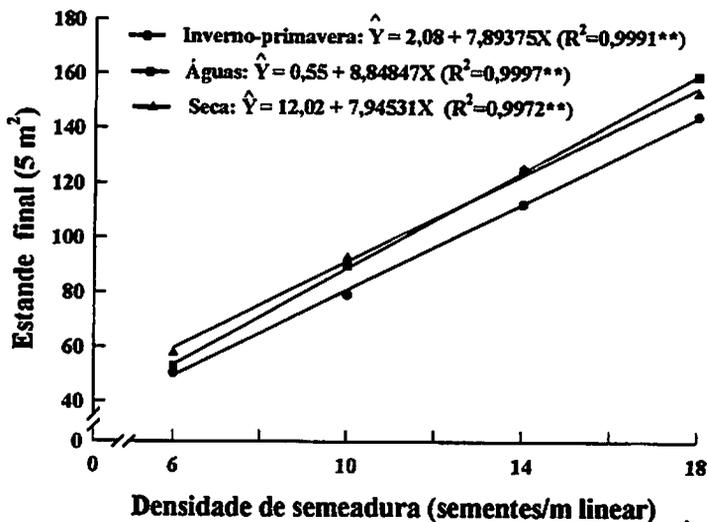


FIGURA 4. Representação gráfica e equações de regressão do estande final do feijoeiro cv. Pérola, em função da densidade de semeadura em três safras. UFLA, Lavras-MG, 1997/98.

Com relação às doses de N, o comportamento do estande final foi diferenciado nas três safras (Figura 5), revelando efeito quadrático nas águas e no inverno-primavera e efeito linear na safra da seca. Nas duas primeiras safras, o estande final máximo, foi obtido com as doses de 24 kg de N/ha e 90 kg N/ha, respectivamente, enquanto na seca, o estande final cresceu linearmente, com o aumento da dose de N, até a maior dose estudada (150 kg N/ha). Esses resultados parecem sugerir que nas águas e no inverno-primavera, maiores doses de N reduziram a sobrevivência do feijoeiro, (por efeito salino ou excessiva competição intraespecífica), mas por outro lado, fica difícil encontrar um argumento capaz de elucidar o ocorrido. Poderia ser argüido que naquelas safras a melhor disponibilidade de água poderia ter contribuído para maior lixiviação

de nitrogênio, mas esse argumento iria contra a resposta de outras características (inclusive rendimento de grãos) ao incremento da dose de nitrogênio, verificada nesse mesmo trabalho. Um possível efeito da alta concentração de fertilizantes no plantio+cobertura, se manifestaria com maior intensidade na safra da seca, que teve maior restrição de água e não nas outras duas, como foi verificado. Deve ser considerado, entretanto, que os estandes inicial e final, aparentemente, não foram características muito importantes na definição da produtividade de grãos (Tabela 3), fato que será melhor verificado mais adiante.

Outro aspecto que chama a atenção é o baixo estande final obtido na dose zero de nitrogênio (8,75 plantas/m), no inverno-primavera (Figura 5). Esse fato tem sido observado, na UFLA, em outros ensaios, principalmente, nas safras de inverno (Diniz, 1995), quando são mínimas as adições de nitrogênio através das

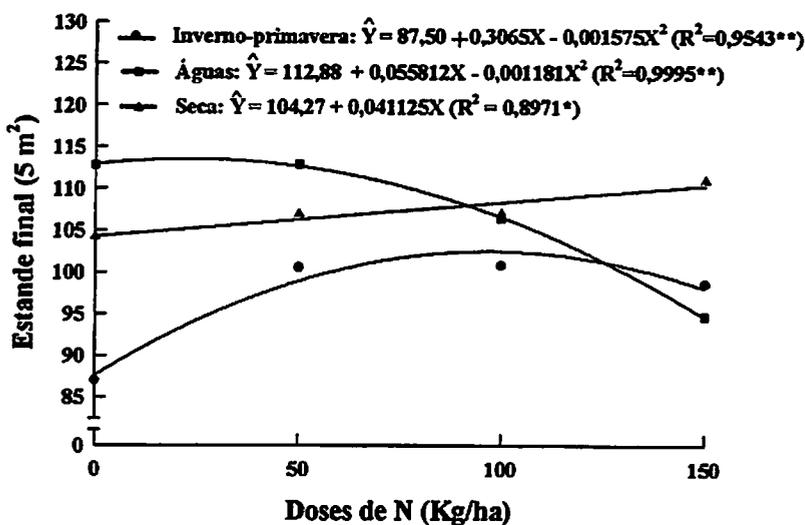


FIGURA 5. Representação gráfica e equações de regressão do estande final do feijoeiro cv. Pérola, em função das doses de N em três safras. UFLA, Lavras-MG, 1997/98.

chuvas (Figura 1). No presente ensaio do inverno-primavera, o máximo estande foi registrado com o emprego de cerca de 97 kg N/ha.

#### 4.1.3 Número de vagens por planta

O número médio de vagens por planta foi semelhante nas três safras, sendo que nas águas apresentou uma estimativa de 7,6 vagens por planta, contra 8,3 vagens por planta, nas demais safras (Tabela 3). Nas águas são mais freqüentes as ocorrências de temperaturas elevadas (Figura 1), as quais constituem o fator climático de maior influência na redução do vingamento de flores e retenção final de vagens do feijoeiro (Andrade, 1998).

O efeito das doses de N sobre o número de vagens por planta foi diferenciado em cada uma das safras (Figura 6), confirmando o que revelou a significância da interação safras x doses de N (Tabela 2). Em todas as safras, entretanto, o incremento da dose de N resultou em acréscimo linear no número de vagens (Figura 6), concordando com relatos de Almeida et al. (1988), Rocha (1991) e Diniz (1995); esses acréscimos podem ter resultado de maior altura de plantas (o que poderá ser confirmado na Figura 11) e/ou de maior emissão de ramos reprodutivos. Observa-se ainda, na Figura 6, que na safra de inverno-primavera houve maior resposta do número de vagens por planta em relação à adubação nitrogenada do que nas demais safras, o que pode ser constatado pela maior inclinação da reta, relacionada àquela época; certamente, a maior retenção de flores e vagens, características nesta safra, está envolvida nessa maior resposta ao nitrogênio. Há que se considerar ainda que no inverno-primavera os feijoeiros crescem menos, o que pode ter favorecido à resposta.

Estudando-se o efeito das doses de N, em cada densidade de semeadura, observa-se que houve efeito linear significativo das doses de N, sobre o número de vagens por planta, em todas as densidades estudadas (Figuras 7). Nota-se que

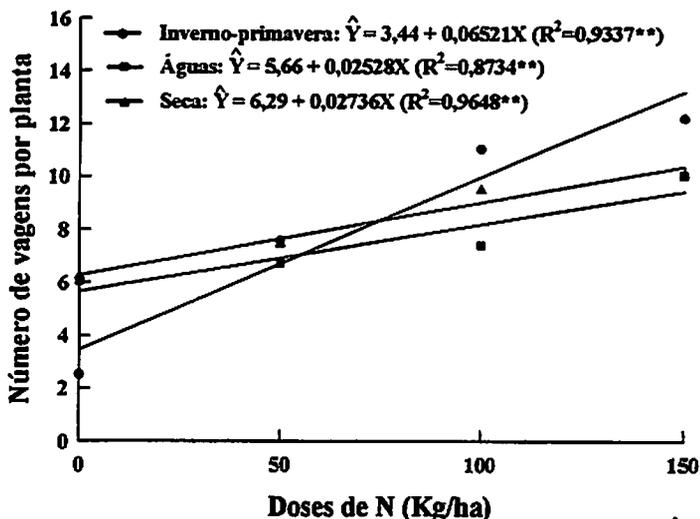


FIGURA 6. Representação gráfica e equações de regressão do número de vagens do feijoeiro cv. Pérola, em função das doses de N em três safras. UFLA, Lavras-MG, 1997/98.

nas menores densidades de semeadura (6 e 10 plantas/m), a resposta às doses de N foram maiores do que nas outras densidades (14 e 18 plantas/m), o que pode ser constatado pelas estimativas dos coeficientes de regressão (0,0626 e 0,0514 para as densidades de 6 e 10 plantas/m e 0,0223 e 0,0207 para as densidades de 14 e 18 plantas/m, respectivamente). Esses resultados sugerem que nas densidades de semeadura menores ocorreram maior número de vagens por planta do que nas outras densidades, em função da aplicação de doses de N, conforme já haviam registrado Del Peloso (1990), Arf et al. (1990) e Vale (1994).

Estudando-se, agora, o comportamento do número de vagens por planta de cada dose de N, em função da densidade de semeadura, pode-se observar que em todos os níveis de adubação nitrogenada, o aumento da densidade de

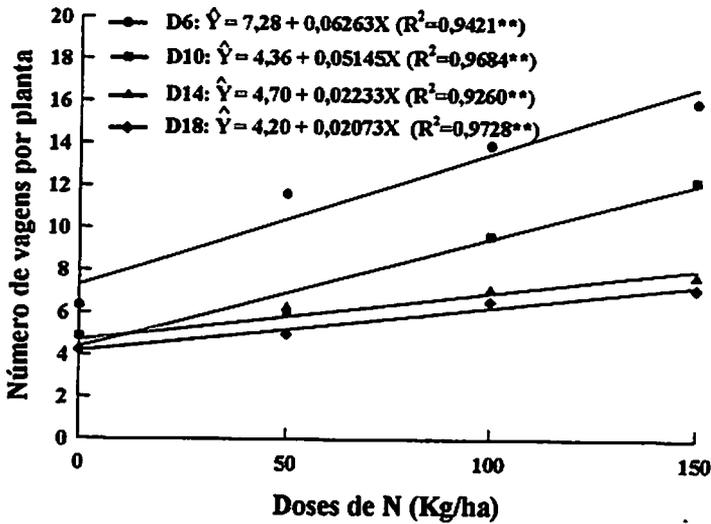


FIGURA 7. Representação gráfica e equações de regressão do número de vagens do feijoeiro cv. Pérola, em função das doses de N em quatro densidades de semeadura. UFLA, Lavras-MG, 1997/98.

semeadura reduziu o número de vagens por planta (Figura 8), de forma quadrática (doses 0, 50 e 100 kg N/ha), ou linear (dose 150 kg N/ha), de tal forma que a maior produção de vagens ocorreu nas menores populações. Esses resultados salientam uma certa capacidade de compensação do feijoeiro, ou seja, em menores densidades sofre menor competição intraespecífica e pode ter maior número de nós na haste principal e nas ramificações, produzindo maior número de vagens por planta; em maiores populações, o aumento do número de plantas compensa a redução do número de vagens produzidas: essa compensação já havia sido encontrada por diversos autores, tais como: Del Peloso (1990), Arf et al. (1990), Vale (1994) e Valério (1998).

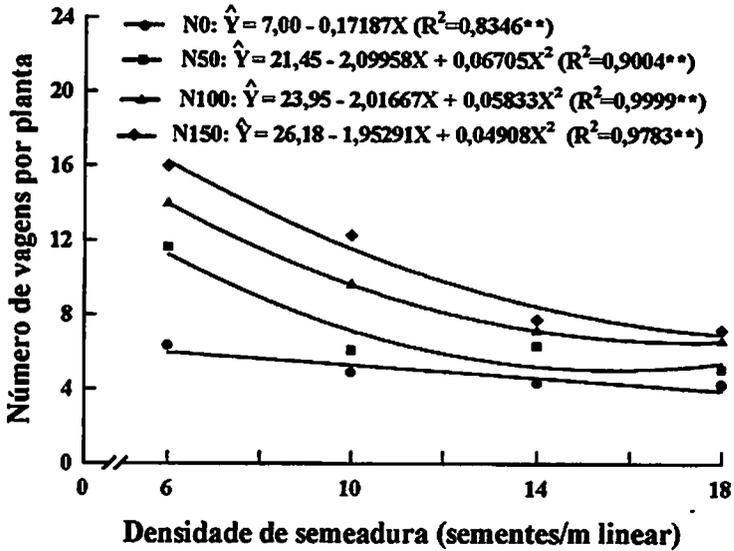


FIGURA 8. Representação gráfica e equações de regressão do número de vagens do feijoeiro cv. Pérola, em função da densidade de semeadura em quatro doses de N. UFLA, Lavras-MG, 1997/98.

#### 4.1.4 Número de grãos por vagem

Os valores do número de grãos por vagem pouco variaram (Tabela 3). Apesar da análise de variância mostrar significância das interações safras x doses de N e safras x doses de N x densidades sobre essa característica (Tabela 2), o seu desdobramento não confirmou essa significância. Por essa razão, a sua discussão é feita apenas com base nos efeitos principais de safra (Tabela 3) e de doses de nitrogênio (Figura 9).

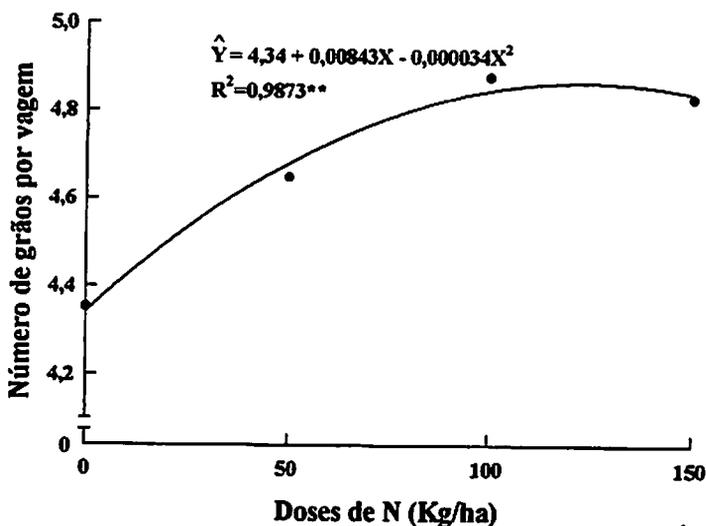


FIGURA 9. Representação gráfica e equação de regressão do número de grãos por vagem do feijoeiro cv. Pérola, em função das doses de N. UFLA, Lavras-MG, 1997/98.

Apesar de se tratar de uma característica varietal, que sofre menor influência do ambiente, verifica-se que o número de grãos por vagem foi, significativamente, inferior na safra da seca (Tabela 3), estação de cultivo, em que as chuvas normalmente cessam, ou tornam-se insuficientes (Figura 1), antes da etapa  $R_3$ , ou de enchimento de grãos. Nesse mesmo ensaio, o ataque do percevejo-das-vagens, pode ter sido outro fator que contribuiu para a redução do número de grãos por vagem. Nas safras das águas e do inverno-primavera irrigada, a melhor disponibilidade de água e as temperaturas mais amenas, freqüentemente, favorecem o enchimento dos grãos, diminuindo a incidência de “chochamento”.

O efeito das doses de N sobre o número de grãos por vagem, apesar de pequena magnitude, foi significativo e pode ser observado na Figura 9. A

relação quadrática obtida, permitiu calcular que o número máximo de grãos por vagem, seria obtido com a dose de 131,7 kg/ha; de acordo com essa mesma relação, o menor número de grãos por vagem (4,4) seria obtido sem o emprego de N (dose zero).

#### 4.1.5 Peso médio de cem grãos

Observa-se na Tabela 3, que o maior peso médio de grãos foi obtido na safra das águas e o menor na safra da seca. Conforme já foi mencionado, ao se discutir a característica anterior, normalmente na safra da seca, as chuvas cessam antes do completo enchimento de grãos, provocando a obtenção também de grãos de menor tamanho, em relação aos obtidos nas safras das águas e inverno-primavera (Frizzone, 1986; Silveira e Stone, 1994; Calvache et al., 1995). O citado ataque de percevejo-das-vagens pode ter contribuído, para a redução do tamanho de grãos nesta safra.

As densidades de semeadura, no intervalo estudado de 6 a 18 sementes por metro, não afetaram significativamente o tamanho do grão (Tabela 2), apenas mostraram ligeira tendência de redução do peso médio de cem grãos, com o aumento da densidade de semeadura, contrariando resultados de Valério (1998), o qual encontrou menor tamanho de grãos nas cv. Aporé, Carioca e Pérola, quando aumentou a densidade de semeadura.

Nas três safras verificou-se respostas significativas às doses de nitrogênio: no inverno-primavera e na seca a resposta foi linear, enquanto que nas águas, a resposta foi quadrática, com ponto máximo, obtido com a dose de 75,5 kg N/ha (Figura 10). O aumento do tamanho do grão com o incremento da dose de N, tem sido verificado por diversos autores, principalmente no caso de leguminosas como o feijoeiro, cujos os grãos apresentam elevados teores de proteína (Almeida et al. 1988; Cuesta, 1992, Faquin, 1994).

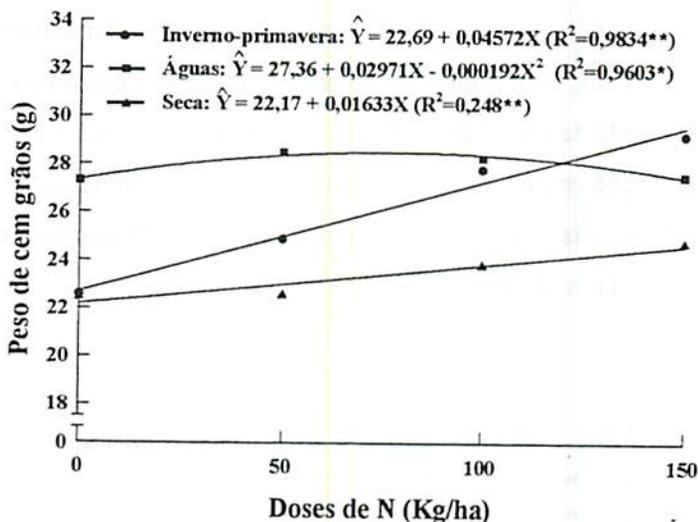


FIGURA 10. Representação gráfica e equações de regressão do peso de cem grãos do feijoeiro cv. Pérola, em função de doses de N, em três safras. UFLA, Lavras-MG, 1997/98.

#### 4.1.6 Altura de plantas

Na Tabela 3, observa-se que a altura média de plantas no inverno-primavera (40cm) foi nitidamente inferior às das demais safras (49cm). Esse fato não é comum, já que nas sementeiras de inverno, as temperaturas são amenas (Figura 1), sem serem limitantes e a disponibilidade de água é ideal, devido à irrigação. É possível que certa restrição imposta à irrigação, conforme será discutido adiante, ou outro fator limitante, tenha reduzido o crescimento da planta nessa safra.

Embora não esperado, o menor crescimento verificado na safra de inverno-primavera, parece ter sido decisivo, para que se verificasse resposta à adubação nitrogenada, apenas nessa época de sementeira. Enquanto que nas

águas e na seca o aumento da adubação nitrogenada não aumentou a altura de plantas, no inverno-primavera esse efeito foi linear e positivo (Figura 11).

Verifica-se, na Tabela 3, que houve apenas leve tendência de aumento da altura de plantas, com o incremento da densidade de semeadura. Em trabalho recente, realizado também em Lavras, com as cvs. Aporé, Carioca e Pérola, Valério (1998), constatou que as maiores densidades resultaram não só em maior altura de planta, mas também ocasionaram maior tombamento dos feijoeiros, principalmente da cv. Carioca.

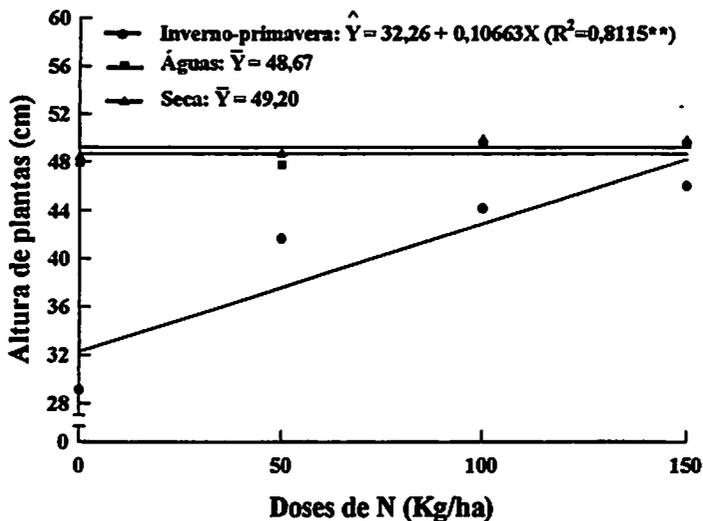


FIGURA 11. Representação gráfica e equação de regressão do altura do feijoeiro cv. Pérola, em função das doses de N em três safras. UFLA, Lavras-MG, 1997/98.

#### 4.1.7 Rendimento de grãos

Conforme pode-se verificar na Tabela 3, o rendimento médio obtido nos três ensaios (1682 kg/ha), foi bastante superior ao rendimento médio da cultura no Brasil, atualmente em torno de 572 kg/ha (Agroanalysis, 1997). Considerando cada safra em particular, observaram-se boa produtividade na seca (1414 kg/ha) e nas águas (1978 kg/ha), já que as médias mineiras de rendimento nessas safras são, respectivamente, de 614 e 520 kg/ha; a produtividade do ensaio no inverno-primavera (1655 kg/ha), no entanto, situou-se ligeiramente abaixo da média mineira na mesma safra, 1747 kg/ha (Moura, Paiva e Resende, 1994).

O elevado rendimento de grãos nas águas, pode ter resultado das boas condições climáticas, por ocasião da maturação, já que a ocorrência de chuvas na colheita, freqüente na região, é o principal fator responsável pelas baixas produtividades obtidas (Andrade, Abreu e Ramalho, 1992).

No inverno-primavera, houve pequena restrição de água na etapa R<sub>3</sub> (enchimento de grãos), imposta pelo baixo nível do reservatório, utilizado para a irrigação do ensaio, o que pode ter ocasionado ligeira limitação no rendimento, restringindo ainda o tamanho do grão e a altura de plantas. Um fator agravante poderia ter sido o fato do solo nessa safra apresentar a menor saturação de bases verificada nesse estudo (V=46%) e considerada baixa de acordo com os critérios da Comissão...(1989). Pode-se ainda acrescentar que, devido à total ausência de chuvas, não houve nenhuma adição natural de nitrogênio ao sistema. Esses argumentos demonstram a baixa fertilidade do solo e a razão das respostas mais expressivas à safra do inverno-primavera.

Deve ser observado que o rendimento de grãos foi, significativamente, influenciado pelas doses de nitrogênio, mas essa influência foi dependente da safra e da densidade (Tabela 2).

Na Figura 12, verifica-se que o rendimento de grãos respondeu positiva e linearmente ao incremento das doses de N, nas três safras estudadas. Observa-se, entretanto, que na safra do inverno-primavera, a resposta foi de maior magnitude, (evidenciada pelo menor coeficiente de regressão nesta época), da mesma forma já verificada no caso do número de vagens por planta, peso de cem grãos e altura de planta. O menor rendimento da dose zero foi obtido nessa safra (cerca de 500 kg/ha), o que caracteriza um ambiente menos favorável à cultura e que pode explicar, pelo menos parcialmente, a maior magnitude da resposta. Quanto a esse particular, deve ser registrado, que mesmo com a baixa produtividade na ausência de nitrogênio, foi nessa mesma safra, que se obteve a

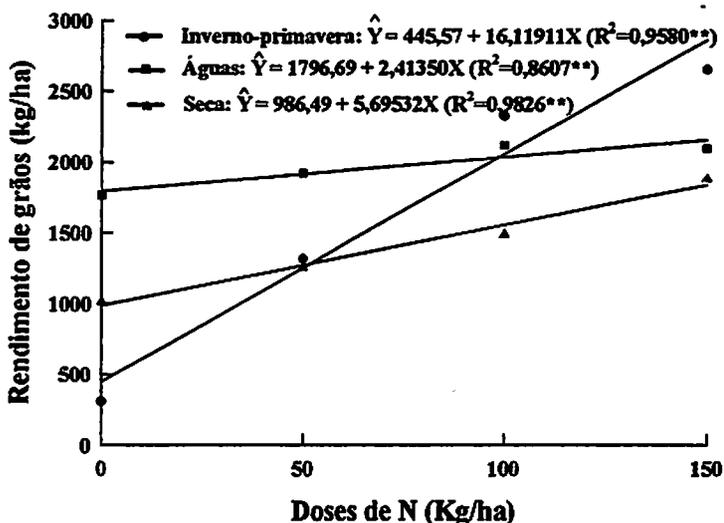


FIGURA 12. Representação gráfica e equações de regressão do rendimento de grãos (kg/ha) do feijoeiro cv. Pérola, em função das doses de N, em três safras. UFLA, Lavras-MG, 1997/98.

maior produtividade registrada no presente estudo (acima de 2.500 kg/ha, Figura 12). Na Figura 12, observa-se que o emprego de apenas 50 kg N (33,33 e 16,67 kg N/ha), permitiu acréscimos de rendimento da ordem de 120 kg/ha nas águas, 280 kg/ha na seca e de 800 kg/ha no inverno-primavera, o que equivalem, a preços correntes (outubro/98), da uréia (R\$ 0,25/kg) e do feijão (R\$ 1,50/kg), a incrementos líquidos da ordem de R\$ 155,00, R\$ 395,00 e R\$ 1.175,00/ha, respectivamente, nas safras das águas, seca e inverno-primavera.

É interessante ainda observar que a resposta do rendimento às doses de N foram lineares e aconteceram com magnitude equivalente nas diversas densidades estudadas (Figura 13), embora nas densidades menores (6 e 10 sementes/m), as declividades das retas tenham sido ligeiramente mais acentuadas.

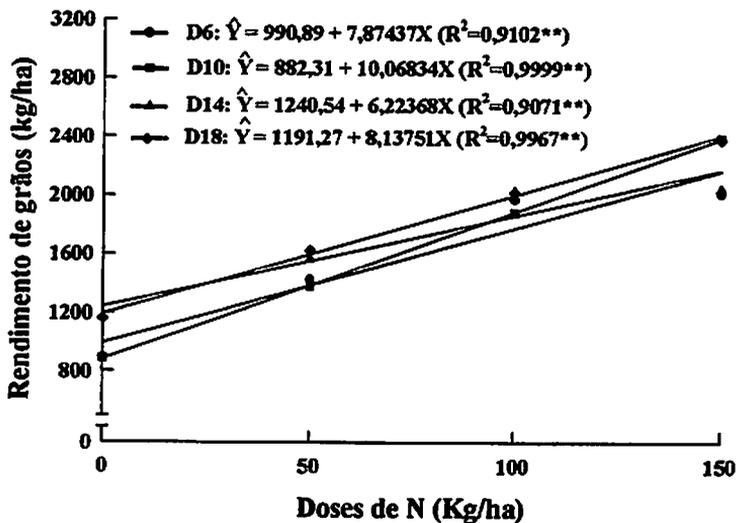


FIGURA 13. Representação gráfica e equações de regressão do rendimento de grãos (kg/ha) do feijoeiro cv. Pérola, em função das doses de N, em quatro densidades de semeadura. UFLA, Lavras-MG, 1997/98.

Analisando-se a interação densidades de semeadura x doses de N, com o enfoque da Figura 14, observa-se que na dose zero, o efeito do incremento das densidades de semeadura sobre o rendimento foi mais nítido e foi descrito por uma relação linear significativa, enquanto que nas doses 50, 100 e 150 kg N/ha, não houve efeito significativo da regressão, indicando que a resposta às densidades não existiram nas maiores doses de adubação nitrogenada. Esse resultado confirma a importância da discussão apresentada por Woolley e Davis (1991), sobre a vantagem do emprego de maiores populações de feijoeiro, em condições de baixa fertilidade do solo. Kranz (1989) e Lollato (1997), também discutiram o assunto, recomendando menores populações em condições de solos férteis.

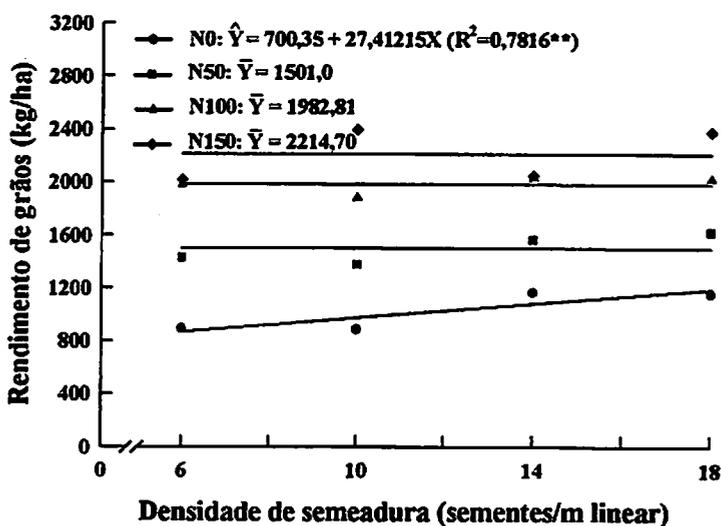


FIGURA 14. Representação gráfica e equações de regressão do rendimento de grãos (kg/ha) do feijoeiro cv. Pérola, em função da densidade de semeadura, em diferentes níveis de adubação nitrogenada. UFLA, Lavras-MG, 1997/98.

#### **4.1.8 Considerações finais sobre características agronômicas**

O incremento da dose de nitrogênio até 150 kg/ha aumentou o número de vagens por planta, o número de grãos por vagem e o peso de cem grãos, resultando em aumento linear do rendimento de grãos. Esse efeito, todavia, mostrou-se influenciado pelas safras e densidades utilizadas.

O aumento da densidade, no intervalo de 6 a 18 plantas/m, reduziu o número de vagens por planta, mas aparentemente essa redução foi compensada pelo maior número de plantas por área. Na presença das menores doses de nitrogênio (0 e 50 kg N/ha), o aumento do número de plantas aumentou linearmente o rendimento de grãos, mas esse efeito não foi observado nas maiores doses (100 e 150 kg N/ha).

#### **4.2 Infestação por plantas daninhas à época da colheita**

A Tabela 4, apresenta um resumo da análise de variância dos dados relativos à avaliação visual do grau de infestação de plantas daninhas, bem como o número de espécimes e os pesos da matéria fresca e matéria seca de plantas daninhas, obtidos pelo método do quadrado. A precisão experimental, medida pelas estimativas dos coeficientes de variação, pode ser considerada boa, em relação aos valores normalmente obtidos com essas características (Valério, 1998). Verifica-se, pelo teste F, que todas as variáveis estudadas foram, significativamente, influenciadas pelas safras, pelas doses de nitrogênio e pelas densidades. Por outro lado, para o número de espécimes e matéria seca, houve efeito significativo da interação safras x doses de N. A interação safras x densidades apresentou efeito significativo apenas para o número de espécimes de plantas daninhas.

Os valores médios referentes à avaliação de plantas daninhas, em função de safras, doses de nitrogênio e densidades do feijoeiro cv. Pérola são apresentados na Tabela 5.

TABELA 4. Resumo da análise de variância conjunta (quadrados médios) da avaliação de plantas daninhas. UFLA, Lavras-MG, 1997/98.

Causas de Variação	G.L	Quadrados Médios			
		Avaliação Visual	Número de espécimes <sup>1</sup>	Matéria Fresca <sup>1</sup>	Matéria Seca <sup>1</sup>
Blocos d. safras	9	1,24	0,40	16,27	3,43
Safras (S)	2	18,08**	14,31**	77,07*	51,78**
Nitrogênio (N)	3	37,92**	6,20**	71,19**	10,37**
Densidade (D)	3	3,65*	2,21**	26,96*	5,51*
S x N	6	10,17**	1,95**	17,07	4,95*
S x D	6	0,56	1,14*	10,93	2,39
N x D	9	1,23	0,32	10,31	2,31
S x N x D	18	1,17	0,48	8,06	1,97
Resíduo Médio	135	1,17	0,51	8,97	2,06
C.V (%)	-	24,46	21,85	41,93	33,39

\*\*Significativo ao nível de 1% de probabilidade pelo teste F.

\*Significativo ao nível de 5% de probabilidade pelo teste F.

<sup>1</sup>-Dados transformados em raiz quadrada de (x+1).

TABELA 5. Valores médios da avaliação visual, do número de espécimes e dos pesos da matéria fresca e matéria seca de plantas daninhas em função de safras, doses de nitrogênio e densidades do feijoeiro cv. Pérola. (Dados originais). UFLA, Lavras-MG, 1997/98.

Tratamentos	Avaliação Visual (Escala EWRC)	Número de espécimes (0,25m <sup>2</sup> )	Matéria fresca (g/0,25m <sup>2</sup> )	Matéria seca (g/0,25m <sup>2</sup> )
<b>Safras<sup>(*)</sup></b>				
Águas	5,0a	9,0b	43,2b	12,2b
Seca	4,0b	8,0b	63,1ab	22,2a
Inverno-primavera	4,2b	14,8a	78,5 <sup>a</sup>	26,8a
<b>Nitrogênio (kg N/ha)</b>				
0	5,7	14,1	93,1	27,1
50	4,4	11,3	53,1	19,9
100	3,8	8,8	47,0	17,0
150	3,8	8,2	53,0	17,7
<b>Densidade (plantas/m)</b>				
6	4,8	13,2	76,0	23,8
10	4,5	10,0	67,4	22,1
14	4,3	9,1	54,8	18,3
18	4,2	10,1	48,0	17,3
Médias	4,4	10,6	61,6	20,4

<sup>(\*)</sup>Médias seguidas pela mesma letra nas colunas não diferem, significativamente, pelo teste Tukey, ao nível de 5% de probabilidade.

#### 4.2.1 Avaliação visual de plantas daninhas

Na Tabela 5 observa-se que, por esse critério, na safra das águas houve maior incidência de plantas daninhas, por ocasião da colheita, o que poderia ter ocorrido devido às melhores condições climáticas nessa safra (Figura 1), como haviam relatado Cobucci, Ferreira e Silva (1996).

O aumento da densidade de semeadura reduziu linearmente a infestação de plantas daninhas, por ocasião da colheita (Figura 15), independentemente da safra considerada. Provavelmente, o aumento da densidade de semeadura provocou maior competição dos feijoeiros, reduzindo a infestação.

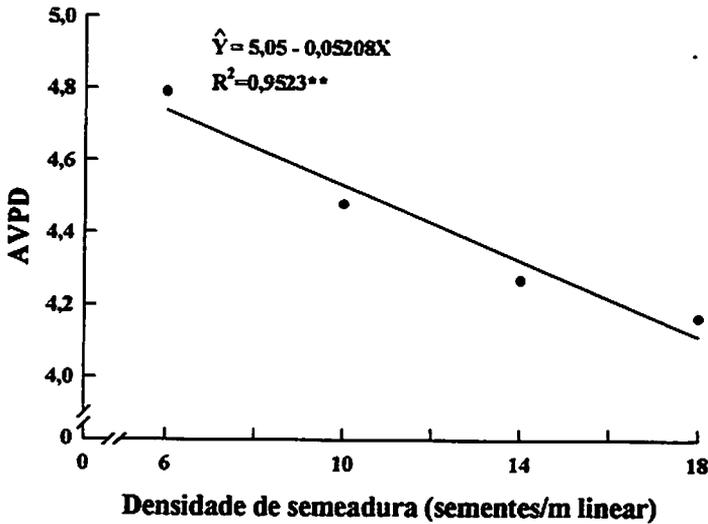


FIGURA 15. Representação gráfica e equação de regressão da avaliação visual de plantas daninhas (AVPD), em função da densidade de semeadura do feijoeiro cv. Pérola (Dados originais). UFLA, Lavras-MG, 1997/98.

Ocorreu influência também da adubação nitrogenada (Figura 16), mas esse efeito foi dependente das safras. Na seca houve decréscimo linear da infestação de plantas daninhas, quando aumentaram-se as doses de N. Já por ocasião do cultivo de inverno-primavera essa redução, de maior magnitude do que no cultivo da seca, pode ser descrita por uma equação quadrática, atingindo o valor mínimo, na dose de 120 kg/ha (Figura 16); provavelmente, isso ocorreu devido à maior resposta da altura do feijoeiro ao aumento da adubação nitrogenada nessa época, conforme mostrado na Figura 11. Na safra das águas, não houve significância para a regressão (Figura 16), sendo possível que as chuvas tenham compensado parcialmente a adubação.

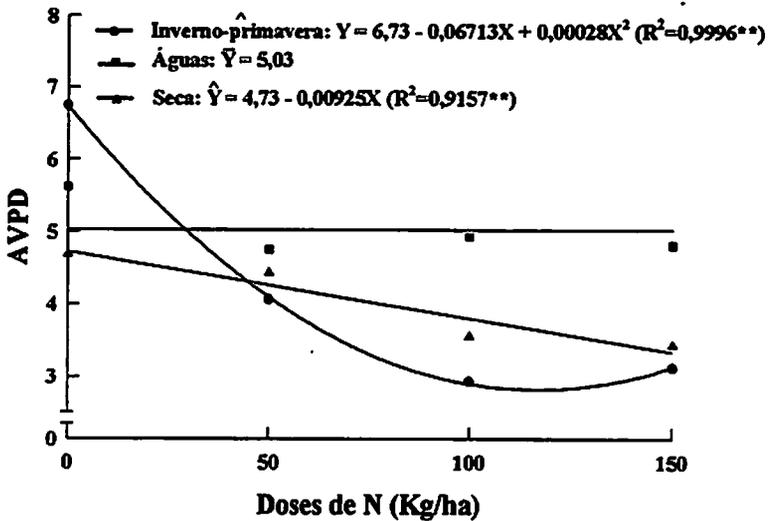


FIGURA 16. Representação gráfica e equações de regressão da avaliação visual de plantas daninhas (AVPD), em função das doses de N, em três safras (Dados originais). UFLA, Lavras-MG, 1997/98.

#### 4.2.2 Número de espécimes de plantas daninhas

Com base no critério de amostragem, usado por ocasião da maturação, constatou-se maior infestação por plantas daninhas, na semeadura de inverno-primavera (Tabela 5), o que não corresponde aos resultados obtidos com a avaliação visual. Esse resultado, bem como os observados para matéria fresca e matéria seca de plantas daninhas (Tabela 5), parecem indicar que a avaliação visual, na forma empregada nesse trabalho, não foi um índice confiável, para traduzir a real infestação por plantas daninhas nas diferentes safras.

Observa-se que houve decréscimo no número de plantas daninhas, com o aumento das doses de N, no inverno-primavera, sendo que esse comportamento não foi observado nas outras épocas (Figura 17). Esse resultado mostrou-se

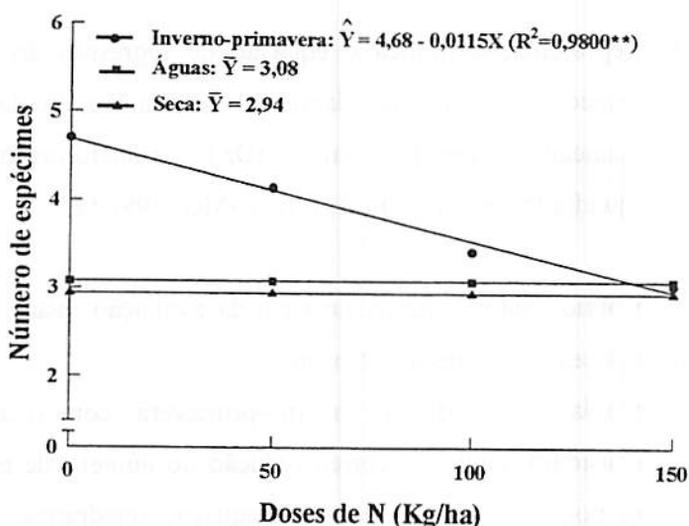


FIGURA 17. Representação gráfica e equação de regressão do número de espécimes de plantas daninhas, em função das doses de N, em três safras (Dados transformados em raiz quadrada de  $x+1$ ). UFLA, Lavras-MG, 1997/98.

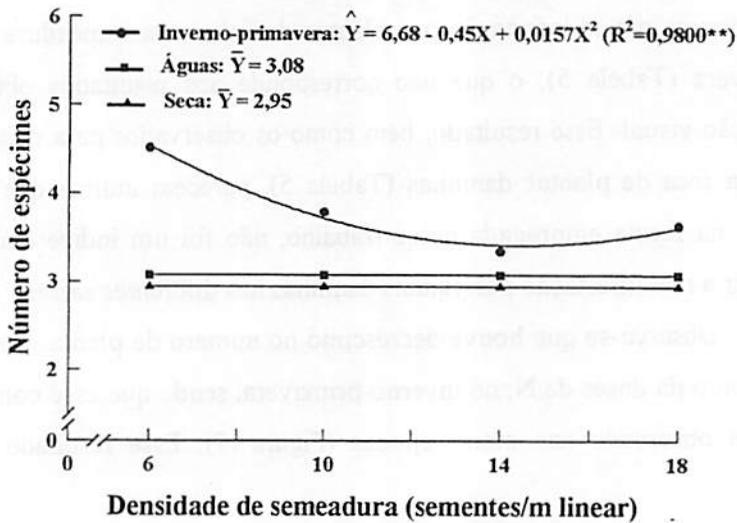


FIGURA 18. Representação gráfica e equação de regressão do número de espécimes de plantas daninhas, em função da densidade de sementeira, em três safras (Dados transformados em raiz quadrada de  $x+1$ ). UFLA, Lavras-MG, 1997/98.

coerente com o obtido anteriormente, no caso da avaliação visual, quando se consideraram as doses crescentes de nitrogênio.

Por outro lado, na safra de inverno-primavera, com o aumento da densidade de sementeira, também ocorreu redução no número de espécimes e esse decréscimo, pode ser descrito por uma equação quadrática, na qual se estima que o número mínimo de plantas daninhas é obtido com a densidade de 14,3 plantas/m. Esse efeito, ao contrário da característica anterior (avaliação visual), somente ocorreu no inverno-primavera (Figura 18).

### 4.2.3 Matéria fresca de plantas daninhas

Na Tabela 5 observa-se que na safra do inverno-primavera ocorreu maior produção de matéria fresca de plantas daninhas, sendo essa produção semelhante à safra da seca, resultado esse, coerente com o obtido através do número de espécimes e também ao da avaliação visual.

Verifica-se que houve efeito quadrático da adubação nitrogenada sobre a produção de matéria fresca de plantas daninhas, ou seja, o peso da matéria fresca de plantas daninhas decresceu, em função do aumento da dose de N (Figura 19), independente da safra. Esse fato poderia ser explicado pela maior quantidade de

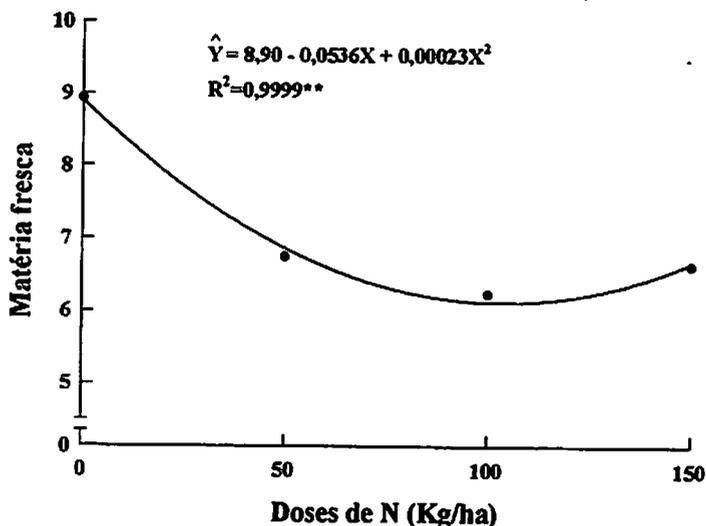


FIGURA 19. Representação gráfica e equação de regressão do peso da matéria fresca de plantas daninhas, em função das doses de N (Dados transformados em raiz quadrada de  $x+1$ ). UFLA, Lavras-MG, 1997/98.

massa vegetal produzida pelo feijoeiro, com o aumento das doses de N, diminuindo assim, a incidência de plantas daninhas. Entretanto, esse fato somente havia sido comprovado na época do inverno-primavera (Figura 11).

Houve decréscimo significativo na matéria fresca de plantas daninhas, com o aumento da densidade de semeadura do feijoeiro (Figura 20). O fato de maiores densidades, propiciarem maior cobertura vegetal e exercerem maior competição com as plantas daninhas, pode ser apontado como fator responsável pelo decréscimo da incidência de plantas daninhas nessas condições, embora no presente trabalho não tenha sido constatado efeito da densidade sobre a altura do feijoeiro (Tabela 2).

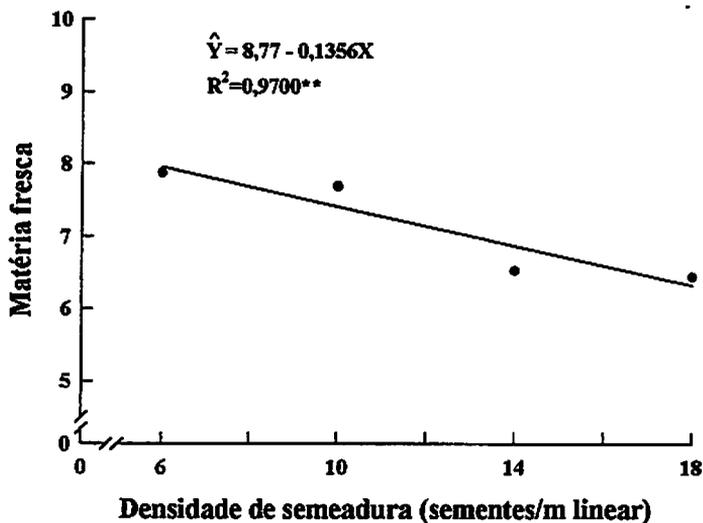


FIGURA 20. Representação gráfica e equação de regressão do peso da matéria fresca de plantas daninhas, em função da densidade de semeadura do feijoeiro cv. Pérola (Dados transformados em raiz quadrada de  $x+1$ ). UFLA, Lavras-MG, 1997/98.

#### 4.2.4 Matéria seca de plantas daninhas

Observa-se, na Tabela 5, que ocorreu maior acúmulo de matéria seca de plantas daninhas, por ocasião das safras de seca e inverno-primavera contrariando, conforme já mencionado, os dados obtidos com a avaliação visual, que nessas duas safras apresentaram menores notas, indicando menor infestação por plantas daninhas.

Aqui também se observa que ocorreu efeito da adubação nitrogenada, constatando-se redução linear, no acúmulo da matéria seca das plantas daninhas. Já quando se estudou a interação safras x doses de N, verificou-se que apenas na safra do inverno-primavera (Figura 21), houve decréscimo linear significativo na produção de matéria seca, em função da adubação nitrogenada.

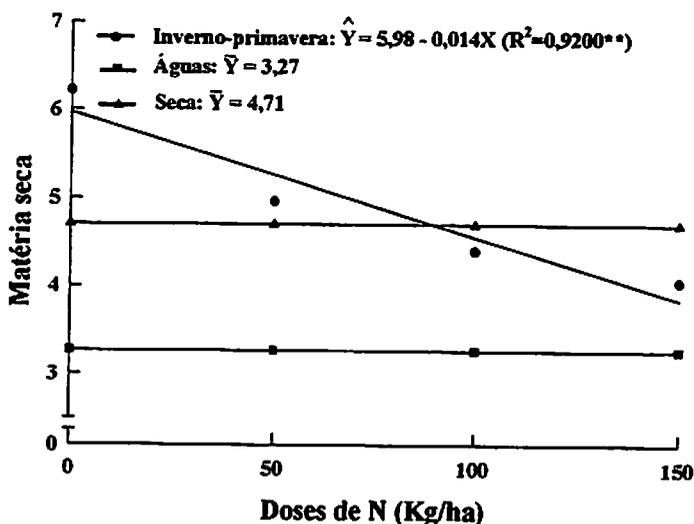


FIGURA 21. Representação gráfica e equação de regressão do peso da matéria seca de plantas daninhas do feijoeiro cv. Pérola, em função das doses de N (Dados transformados em raiz quadrada de  $x+1$ ). UFLA, Lavras-MG, 1997/98.

O peso da matéria seca de plantas daninhas, decresceu linearmente com o incremento da densidade de semeadura (Figura 22), seguindo, portanto, a mesma tendência apresentada pela variável matéria fresca de plantas daninhas.

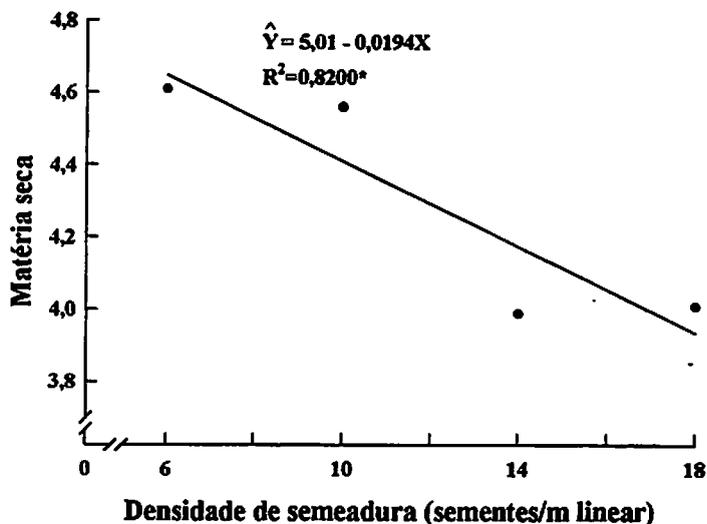


FIGURA 22. Representação gráfica e equação de regressão do peso da matéria seca de plantas daninhas, em função da densidade de semeadura do feijoeiro cv. Pérola (Dados transformados em raiz quadrada de  $x+1$ ). UFLA, Lavras-MG, 1997/98.

#### 4.2.5 Considerações finais sobre plantas daninhas

O aumento da densidade dos feijoeiros, de maneira geral, reduziu a infestação de plantas daninhas na colheita. O incremento da dose de N, tendeu a apresentar o mesmo efeito, mas ele foi consistente apenas na safra de inverno-primavera, quando o ambiente foi inferior.

#### 4.3 Ocorrência de mancha-de-alternária (*Alternaria spp*)

Um resumo da análise de variância conjunta (safras das águas e seca) referente à incidência de *Alternaria sp.*, na parte aérea do feijoeiro é apresentado na Tabela 6. Observa-se que os coeficientes de variação estão próximos àqueles normalmente encontrados para enfermidades e indicam uma boa precisão na sua estimativa (Valério, 1998). Quanto às fontes de variação, observa-se pelo teste F, que somente houve efeito significativo de safras e de nitrogênio sobre a incidência da mancha-de-alternária, por ocasião do florescimento e da maturação.

TABELA 6. Resumo da análise de variância conjunta (quadrados médios) da incidência de mancha-de-alternária no florescimento e maturação do feijoeiro cv. Pérola. UFLA, Lavras-MG, 1997/98.

Causas de Variação	G.L	Quadrados Médios	
		Florescimento	Maturação
Blocos d. safras	6	0,31	0,35
Safra (S)	1	24,50**	6,57**
Nitrogênio (N)	3	1,47**	3,26**
Densidade (D)	3	0,09	1,05
S x N	3	0,31	0,45
S x D	3	0,19	0,15
N x D	9	0,14	0,86
S x N x D	9	0,25	0,53
Resíduo Médio	90	0,20	0,48
C.V (%)	-	24,56	25,39

\*\*Significativo ao nível de 1% de probabilidade pelo teste F.

Os valores médios da incidência de *Alternaria sp.*, em função de safras, doses de N e densidades de semeadura, são mostrados na Tabela 7.

Observa-se, na Tabela 7, que houve maior incidência de mancha-de-alternária, no florescimento e na maturação, por ocasião da safra das águas, sendo que o principal fator responsável pelo aumento dessa incidência, pode ter sido a ocorrência de altas temperaturas e elevada umidade relativa do ar, nessa ocasião (Figura 1), como havia descrito Menezes (1995).

TABELA 7. Valores médios da incidência de mancha-de-alternária (*Alternaria sp.*), no florescimento e na maturação do feijoeiro cv. Pérola, em função de safras, doses de nitrogênio e densidades de semeadura. UFLA, Lavras-MG, 1997/98.

Tratamentos	Mancha-de-alternária	
	Florescimento	Maturação
<b>Safras <sup>(*)</sup></b>		
Aguas	2,3 <sup>a</sup>	3,0 <sup>a</sup>
Seca	1,4 <sup>b</sup>	2,5 <sup>b</sup>
<b>Nitrogênio (kg N/ha)</b>		
0	2,1	3,1
50	1,9	2,8
100	1,7	2,5
150	1,6	2,6
<b>Densidade (plantas/m)</b>		
6	1,8	2,5
10	1,8	2,8
14	1,8	2,9
18	1,9	2,8
Médias	1,8	2,7

<sup>(\*)</sup>Médias seguidas pela mesma letra nas colunas não diferem, significativamente, pelo teste F, ao nível de 1% de probabilidade.

Houve uma menor incidência da mancha-de-alternária, com o aumento das doses de N (Figura 23), o que está de acordo com Marschner (1995), o qual relata que em doses elevadas de N, há menor incidência de parasitas facultativos, como *Alternaria spp.* Provavelmente, uma melhor nutrição nitrogenada, contribua para melhor desenvolvimento vegetativo, ou maior capacidade de recuperação das plantas.

Ao contrário do que afirmam Sartorato e Rava (1994), que recomendam redução da densidade de sementeira, ou aumento do espaçamento para controle da doença, não foi constatada influência da densidade de sementeira sobre a incidência de mancha-de-alternária (Tabelas 6 e 7).

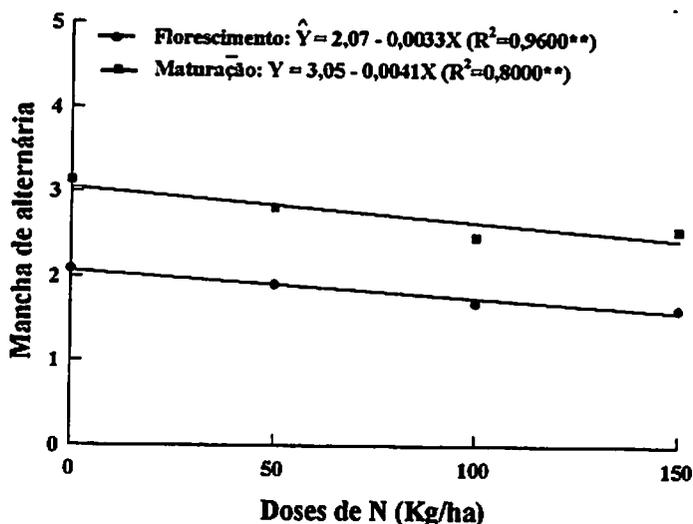


FIGURA 23. Representação gráfica e equações de regressão da incidência da mancha-de-alternária (*Alternaria sp*) no feijoeiro cv. Pérola, em função de doses de N. UFLA, Lavras-MG, 1997/98.

#### **4.3.1 Considerações finais sobre mancha-de-alternária**

Houve uma maior incidência de *Alternaria sp* nas águas, em relação à seca, mas nas duas safras, os sintomas decresceram linearmente, com o acréscimo das doses de nitrogênio. Não houve efeito das densidades de plantas, no intervalo utilizado.

#### **4.4 Teores foliares de macro e micronutrientes no feijoeiro na safra do inverno-primavera**

##### **4.4.1 Teores foliares de macronutrientes**

A análise de variância (Tabela 8) detectou efeito significativo da adubação nitrogenada sobre os teores de todos os macronutrientes, nas folhas do feijoeiro (exceto magnésio), sendo que o mesmo não foi observado com relação à densidade de semeadura e à interação entre esses fatores. Quanto à precisão experimental, nota-se que o ensaio apresentou boa precisão (Tabela 8), exceto para o teor de magnésio, cujo valor do C.V foi de 80,79%, elevado se comparado ao valor médio obtido por Amane (1997), da ordem de 12,26%. No caso dos demais macronutrientes, inclusive enxofre, os valores foram próximos aos valores médios obtidos pelo mesmo autor (Amane, 1997).

Os teores médios referentes aos macronutrientes nas folhas do feijoeiro, coletadas no florescimento, na safra do inverno-primavera, são mostrados na Tabela 9. Comparando-se os teores desta Tabela com as faixas tidas como adequadas por Rajj et al. (1996) [N=30-50; P=2,5-4,0; K=20-24; Ca=10-25; Mg=2,5-5,0 e S=2,0-3,0 g/kg] observa-se que, de maneira geral, o teor médio dos macronutrientes, no presente ensaio, pode ser considerado como adequado, exceto no caso do K, que se mostrou algo elevado (Tabela 9).

TABELA 8. Resumo da análise de variância (quadrados médios) dos dados relativos aos teores de macronutrientes nas folhas do feijoeiro cv. Pérola, no ensaio inverno-primavera. UFLA, Lavras-MG, 1997.

Fontes de Variação	G.L	Quadrados Médios					
		N	P	K	Ca	Mg	S
Blocos	3	92,11	1,44	3,29	6,86	12,50	1,18
Nitrogênio (N)	3	938,93**	0,89*	97,33**	28,66*	9,15	13,41**
Densidade (D)	3	15,26	0,75	5,19	8,44	11,58	0,32
N x D	9	8,05	0,65	7,53	10,17	11,04	0,43
Resíduo	45	8,30	0,152	3,71	5,35	10,34	0,42
C.V. (%)		7,05	10,38	7,41	12,03	80,79	24,84

\* Significativo ao nível de 5% pelo teste F.

\*\* Significativo ao nível de 1% pelo teste F.

TABELA 9. Teores médios de macronutrientes nas folhas do feijoeiro cv. Pérola em função de doses de nitrogênio e densidades de semeadura no inverno-primavera. UFLA, Lavras-MG, 1997.

Tratamentos	Teores de Macronutrientes (g/kg)					
	N	P	K	Ca	Mg	S
<b>Nitrogênio (kg N/ha)</b>						
0	33,37	4,06	24,19	17,91	3,42	3,97
50	35,71	3,49	23,68	18,33	3,32	2,08
100	44,76	3,73	27,28	19,94	3,68	2,09
150	49,71	3,77	28,79	20,75	3,86	2,27
<b>Densidade (plantas/m)</b>						
6	42,06	3,79	26,51	19,29	3,51	2,77
10	41,23	3,71	26,35	18,24	3,49	2,58
14	39,84	3,70	25,26	19,99	3,67	2,63
18	40,39	3,84	25,81	19,41	3,60	2,43
<b>Média</b>	<b>40,88</b>	<b>3,76</b>	<b>25,98</b>	<b>19,23</b>	<b>3,57</b>	<b>2,60</b>

Constata-se ainda que, para a maioria dos macronutrientes, houve aumento dos seus teores, nas folhas, com o aumento das doses de N, na adubação (Tabela 9), concordando com os resultados já obtidos por Silva (1988). Este autor, estudando os efeitos da adubação nitrogenada sobre o feijoeiro, atribuiu esse resultado, ao efeito do nitrogênio sobre o crescimento e desenvolvimento da planta, particularmente, sobre o sistema radicular, o que teria favorecido à absorção de nutrientes pelas plantas.

Em relação à quantidade de nutrientes absorvidos, observa-se que a seqüência, em ordem decrescente, foi  $N > K > Ca > P > Mg > S$ , equivalente à obtida por outros autores, como: Rosolem (1987), El Husny (1992) e Caballero et al. (1995), que observaram apenas ligeira alteração de posição entre o P e o Mg.

Observa-se, na Figura 24, que houve acréscimo linear nos teores de N, K, Ca e Mg, com o aumento das doses de nitrogênio. Deve ser observado que foi encontrada significância para a regressão linear, que envolve os teores de Mg, em função das doses de N, mesmo com a não significância do teste F para doses. O efeito das doses de N, sobre os teores de Mg, entretanto, foi de pequena magnitude (Tabela 9 e Figura 24).

Para P e S, constatou-se efeito significativo quadrático, com tendência decrescente, com valores mínimos obtidos nas doses de 85,6 e 100 kg N/ha, respectivamente. Provavelmente, devido a um efeito de diluição, como descreveu Malavolta, Vitti e Oliveira, (1997), ou seja, com o aumento dos teores de nitrogênio houve um maior crescimento vegetativo da planta, proporcionalmente, maior à própria absorção do elemento, causando assim, uma redução dos teores desses nutrientes nas folhas.

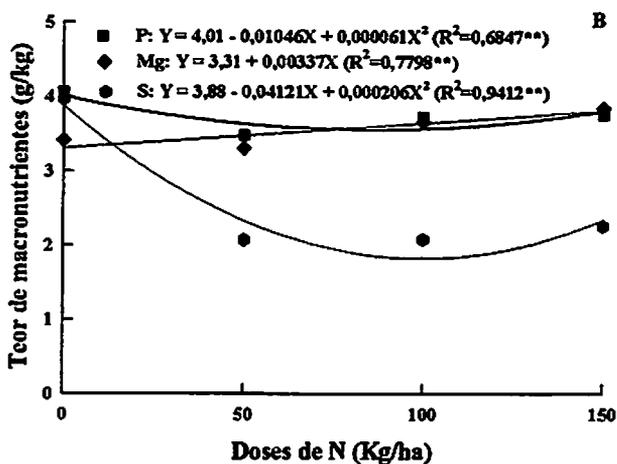
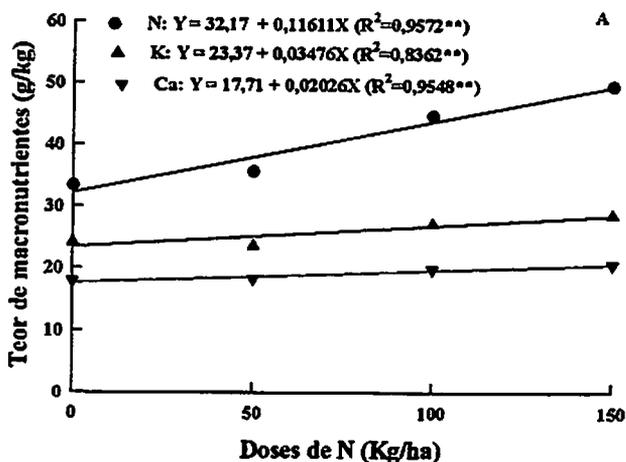


FIGURA 24. Representação gráfica e equações de regressão dos teores de nitrogênio, potássio e cálcio (A) e fósforo, magnésio e enxofre (B) nas folhas do feijoeiro cv. Pérola, em função de doses de N. UFLA, Lavras-MG, 1997.

#### 4.4.2 Teores foliares de micronutrientes

Na Tabela 10 é apresentado um resumo da análise de variância dos dados relativos aos teores de alguns micronutrientes, nas folhas do feijoeiro cv. Pérola, por ocasião do florescimento. Com relação à precisão experimental avaliada através do coeficiente de variação (C.V.%), não foram constatadas grandes variações, entretanto, encontrou-se valores relativamente elevados (Tabela 10), principalmente, se comparados aos valores médios obtidos por Amane (1997), que foram da ordem de 22 a 23%. Ainda assim, observou-se efeito significativo das doses de nitrogênio sobre os teores de todos os micronutrientes analisados, exceto o Cu. Com relação à densidade e à interação, doses de N x densidade, não foi constatada nenhuma significância sobre os teores de micronutrientes.

TABELA 10. Resumo da análise de variância (quadrados médios) dos dados relativos aos teores de alguns micronutrientes nas folhas do feijoeiro cv. Pérola, no inverno-primavera. UFPA, Lavras-MG, 1997.

Fontes de Variação	Graus de Liber.	Quadrados Médios			
		B	Cu	Mn	Zn
Blocos	3	99,75	35,03	642,62	525,29
Nitrogênio (N)	3	190,86*	67,63	13852,86**	1108,07**
Densidade (D)	3	51,81	25,20	1304,36	395,85
N x D	9	44,43	26,50	2177,35	252,53
Resíduo	45	37,02	26,06	3204,41	226,28
C.V. (%)		39,55	35,54	35,35	21,64

\* Significativo ao nível de 5% pelo teste F.

\*\* Significativo ao nível de 1% pelo teste F.

TABELA 11. Teores médios de alguns micronutrientes nas folhas do feijoeiro cv. Pérola em função de doses de nitrogênio e densidades de semeadura no inverno-primavera. UFLA, Lavras-MG, 1997.

Tratamentos	Teores de Micronutrientes (mg/kg)			
	B	Cu	Mn	Zn
<b>Nitrogênio(kg N/ha)</b>				
0	20,34	17,12	144,18	63,52
50	14,75	12,14	127,56	61,30
100	12,36	14,15	177,34	75,25
150	14,09	14,05	191,53	77,96
<b>Densidade (plantas/m)</b>				
6	17,11	13,29	148,53	72,77
10	13,44	13,27	159,86	74,05
14	16,71	15,57	161,72	63,11
18	14,28	15,13	170,49	68,09
<b>Média</b>	<b>15,39</b>	<b>14,34</b>	<b>160,15</b>	<b>69,51</b>

Os teores médios de micronutrientes, nas folhas do feijoeiro no florescimento são mostrados na Tabela 11. Comparando-se os teores desta Tabela, com as faixas tidas como adequadas por Raij et al. (1996) [B=15-26; Cu=4-20; Mn=15-100; Zn=18-50 mg/kg], constata-se que teor de boro está dentro da faixa ideal, mas os teores de Mn e Zn encontram-se elevados, embora não tenham sido constatados sintomas de toxidez naqueles micronutrientes.

Observa-se ainda, na Figura 25, um acréscimo linear dos teores de manganês e zinco, com o aumento das doses de N, provavelmente, devido à acidificação, provocada pela fonte de N utilizada e ainda um efeito quadrático decrescente para o B. Esse comportamento do B também pode ser explicado pelo efeito diluição, como havia sido relatado para o P e S em resposta à adubação nitrogenada.

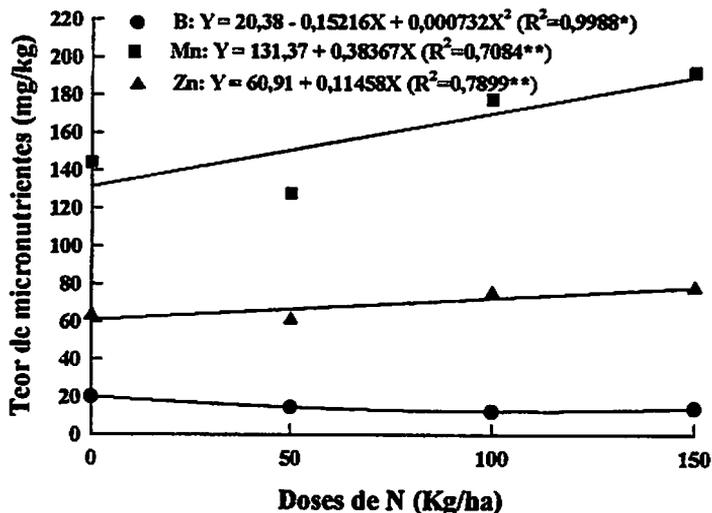


FIGURA 25. Representação gráfica e equações de regressão dos teores de alguns micronutrientes, nas folhas do feijoeiro cv. Pérola, em função de doses de N. UFLA, Lavras-MG, 1997.

#### 4.4.3 Considerações finais sobre de macro e micronutrientes

As diferentes densidades de semeadura não afetaram os teores foliares de macro e micronutrientes no feijoeiro, que por sua vez, mostraram-se influenciados pelas doses crescentes de nitrogênio. O incremento de doses de nitrogênio, elevou linearmente, os teores foliares de N, K, Ca, Mg, Mn e Zn e, por efeito de diluição, reduziu os teores de P, S e B.

## 5 CONCLUSÕES

O presente estudo permitiu as seguintes conclusões:

1. As doses crescentes de nitrogênio elevaram linearmente o rendimento de grãos, como resultado do aumento do número de vagens por planta, do número de grãos por vagem e do peso de cem grãos. Esse efeito, todavia, foi influenciado pelas safras e densidades utilizadas.

2. Em geral, o aumento da densidade de semeadura reduziu o número de vagens por planta.

3. Na presença de doses menores de N (até 50 kg/ha), o aumento da densidade de semeadura elevou linearmente o rendimento de grãos, mas esse efeito não foi observado na presença das maiores doses de N (100 a 150 kg N/ha).

4. O aumento da densidade de semeadura reduziu a infestação de plantas daninhas por ocasião da colheita do feijão.

5. Os sintomas de *Alternaria* sp., mais expressivos na safra das águas, foram reduzidos, com o aumento da dose de nitrogênio e não se mostraram afetados pelas densidades de semeadura.

6. De maneira geral, as diferentes densidades de semeadura não afetaram os teores de nutrientes, nas folhas do feijoeiro, mas as doses crescentes de N elevaram, linearmente, os teores foliares de N, K, Ca, Mg, Mn e Zn e, por efeito de diluição, reduziu os teores de P, S e B.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABREU, A de F.B.; RAMALHO, M.AP.; SANTOS, J.B. dos.; MARTINS, L.A. Progresso do melhoramento genético do feijoeiro: nas décadas de setenta e oitenta nas regiões Sul e Alto Paranaíba em Minas Gerais. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*. Brasília, v.23, n.1, p. 105-112, jan. 1994.
- AGROANALYSIS. Revista de economia agrícola da FGV, Rio de Janeiro, v. 17, n. 3, mar. 1997.
- ALMEIDA, A.A.F.; LOPES, N.F.; OLIVA, M.A.; BARROS, R.S. Desenvolvimento e partição de assimilados em *Phaseolus vulgaris* submetido a três doses de nitrogênio e três níveis de luz. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*. Brasília, v.23, n.8, p. 837-847. 1988.
- AMANE, M.I.V. Adubação nitrogenada e molibdica da cultura do feijão (*Phaseolus vulgaris* L.) na Zona da Mata de Minas Gerais: efeito de doses, calagem e rizóbio. Viçosa: UFV, 1997. 83p. (Tese Doutorado - Fitotecnia)
- AMANE, M.I.V. Resposta de cultivares de feijão (*Phaseolus vulgaris* L.) à adubação nitrogenada e molibdica. Viçosa: UFV, 1994. 70p. (Dissertação Mestrado - Fitotecnia)
- ANDRADE, M.J.B. de. Clima e solo. In: VIEIRA, C.; PAULA JÚNIOR, T.J. de.; BOREM, A. Feijão: aspectos gerais e cultura no Estado de Minas. Viçosa-UFV, 1998, p.83-97.
- ANDRADE, M.J.B. de.; ABREU, A de F.B.; RAMALHO, M.AP. Recomendação para a cultura do feijoeiro em Minas Gerais. Lavras: ESAL, 1992. 12p. (Circular, 06)
- ARAÚJO, G.A. de 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-agos 1994.

- ARF, O.; SÁ, M.E. de; OKITA, C.S.; TIBA, M.A.; GUERREIRO NETO, G.; OGASSAWARA. Efeito de diferentes espaçamentos e densidades de semeadura sobre o desenvolvimento do feijoeiro (*Phaseolus vulgaris* L.). *Pesquisa Agropecuária Brasileira, Brasília, Brasília*, v. 31, n. 9, p.629-634, 1996.
- ARF, O.; TOLEDO, A.R.M. de; BUZETTI, S.; SÁ, M.E. de; FUJIWARA, R.H. Estudo de espaçamentos e densidades na cultura do feijoeiro (*Phaseolus vulgaris* L.). II. Adubação em função da população de plantas. In: RENAFAE, 3., Vitória, 1990. Resumos...Vitória, 1990. p.189. (EMCAPA. Documentos 62).
- ARRUDA, F.B.; TUBELIS, A NASCIMENTO, F.J.L. do. Efeito da temperatura média diária do ar na produtividade do feijoeiro. *Pesquisa Agropecuária Brasileira, Brasília*, v.15, n.4, p.413-417, 1980.
- BANZATTO, D.A.; KRONKA, S.N. Experimentação agrícola. Jaboticabal: FUNEP, 1989. 247p.
- BRASIL. Ministério da Agriculturae Reforma Agrária. Normas Climatológicas. 1961-1990. Brasília: MARA, 1992. 84p.
- BUZETTI, S. Efeito da adubação nitrogenada em componentes da produção do feijoeiro (*Phaseolus vulgaris* L.) cultivado em diferentes densidades. *Cultura Agrônômica, Ilha Solteira*. v.1, n.1, p.11-19, 1992.
- CABALLERO, S.S.V. Dinâmica do nitrogênio no sistema solo-planta na cultura do feijão (*Phaseolus vulgaris* L.) cultivar Carioca. Piracicaba: ESALQ, 1982. 154p. (Tese Doutorado - Solos e Nutrição de Plantas)
- CABALLERO, S.S.V.; LIBARDI, D.L.; REICHARDT, K.; MATSUI, E.E.; VICTORIA, R.L. Utilização do fertilizante aplicado a uma cultura de feijão. *Pesquisa Agropecuária Brasileira, Brasília*, v. 20, n. 9, p. 1031-1040, 1985.
- CALVACHE, M.; REICHARDT, K.; SILVA, J.C.A.; PORTEZAN FILHO. Adubação nitrogenada do feijão sob estresse de água. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DO SOLO, 25, Viçosa, 1995. Resumos Expandidos... Viçosa: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 1995. p. 649-651.

- CARVALHO, A.M. Efeito de diferentes lâminas de água e forma de parcelamento de nitrogênio em cobertura, via fertirrigação, no rendimento de grãos da cultura do feijoeiro (*Phaseolus vulgaris* L.), cv. Carioca. Lavras: ESAL, 1992, 94p (Dissertação Mestrado - Fitotecnia)
- CHAGAS, J.M. In: ZIMMERMANN, M.J.O.; ROCHA, M.; YAMADA, T. Cultura do feijoeiro: fatores que afetam a produtividade. Piracicaba: Associação Brasileira para Pesquisa de Potassa e do Fosfato, 1988. p. 303-316.
- CHAGAS, J.M. Tratos culturais no plantio de feijão no inverno em Minas Gerais. Informe Agropecuário, Belo Horizonte, v. 17, n. 178, p. 25-27, 1994.
- CASSINI, S.T.A; FRANCO, M.C. Fixação biológica de nitrogênio. In: VIEIRA, C.; PAULA JÚNIOR, T.J. de.; BOREM, A. Feijão: aspectos gerais e cultura no Estado de Minas. Viçosa-UFV, 1998, p.153-180.
- COBUCCI, T.; FERREIRA, F.A; SILVA, AA da. Controle de plantas daninhas. In: ARAÚJO, R.S.; RAVA, C.A.; STONE, L.F.; ZIMMERMANN, M.J. de O. Cultura do feijoeiro comum no Brasil. Piracicaba: POTAFOS, 1996. p.433-464.
- COMISSÃO DE FERTILIDADE DO SOLO DO ESTADO DE MINAS GERAIS. Recomendação para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais; 4<sup>o</sup> aproximação. Lavras, 1989, 176p.
- CUESTA, R.R. Crescimento e produção de dois cultivares de *Phaseolus vulgaris* L. em função da fonte de nitrogênio. Viçosa: UFV, 1992. 157p. (Dissertação Mestrado - Fisiologia Vegetal)
- DEL PELOSO, M.J. Estudo da população de plantas na cultura do feijoeiro de inverno no Estado de Goiás. In: REUNIÃO SOBRE FEIJÃO IRRIGADO (GO, DF, MG, ES, SP, RJ). 1., Goiânia. 1988. Anais...Goiânia: EMBRAPA-CNPAF, 1990. P. 85-6. (EMBRAPA-CNPAF, Documento 27)
- DINIZ, A.R. Resposta da cultura do feijão (*Phaseolus vulgaris* L.) à aplicação de nitrogênio (semeadura e cobertura) e de molibdênio foliar. Lavras: UFLA, 1995. 60p. (Dissertação Mestrado - Fitotecnia)

- DUQUE, F.F.; NEVES, M.C.P.; FRANCO, A.A.; VICTORIA, R.L.; BODDEY, R.M. The response of field grown *Phaseolus vulgaris* to rizobium inoculation and quantification of N<sub>2</sub> fixation using 15N. *Plant and Soil*, v. 88, p.333-343, 1985.
- EL HUSNY, J.C. Limitações nutricionais para a cultura do feijoeiro (*Phaseolus vulgaris* L.) em solo do Norte de Minas Gerais. Lavras: ESAL, 1992. 151p. (Dissertação Mestrado-Fitotecnia).
- EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. Centro Nacional de Pesquisa Arroz e Feijão. Informativo Anual das Comissões Técnicas Regionais de Feijão: cultivares de feijão recomendadas para plantio no ano agrícola 1997/98. Goiânia: EMBRAPA - CNPAF, 1997. p.17.
- FAQUIN, V. Nutrição mineral de plantas. Lavras: ESAL/FAEPE. 1994. 227p. (Curso de especialização - Pós-graduação "Latu Sensu". Solos e Meio Ambiente)
- FARIA, R.T. de; KRANZ, W.M. Determinação de espaçamentos e densidades adequadas para as cultivares de diferentes portes. In: REUNIÃO NACIONAL DE PESQUISA DE FEIJÃO, 1., Goiânia. 1982. Anais... Goiânia: EMBRAPA-CNPAF, 1982. p.118-119.
- FRIZZONE, J.A. Funções de resposta do feijoeiro (*Phaseolus vulgaris* L.) ao uso de nitrogênio e lâmina de irrigação. Piracicaba: ESALQ, 1986. 133p (Tese Mestrado - Fitotecnia)
- GOMES, F.P. Curso de estatística experimental. Piracicaba: ESALQ, 1990. 460p.
- JUNQUEIRA NETO, A. Resposta diferencial de variedades de feijão à adubação nitrogenada e fosfatada. Viçosa: UFV, 1977, 99p. (Dissertação Doutorado - Fitotecnia)
- KRANZ, W.M. População de plantas. In: FUNDAÇÃO INSTITUTO AGRONÔMICO DO PARANÁ. O feijão no Paraná. Londrina: 1989. p. 115-125. (Circular, 63)
- LOCATELLY, E.; DOLL, J.D. Competência y alelopatia. In: DOLL, J.D. (Ed.). Manejo y control de malezas en tropico. Cali: CIAT, 1977. p.25-34.

- LOLLATO, M.A.** Efeito de população de plantas e a colheita mecânica na cultura do feijão. In: **FANCELLI, A.L.; DOURADO NETO, D. Tecnologia da produção do feijão irrigado.** 2. ed. rev./aum. Piracicaba: ESALQ. 1997. p. 166-174.
- LORENZI, H.J.M.** Manual de identificação e controle de plantas daninhas: plantio direto e convencional. 4.ed. Nova Odessa: Plantanum, 1994. 297p.
- LUNKES, J.A.** Manejo integrado de plantas daninhas na cultura do feijão. In: **FANCELLI, A.L.; DOURADO NETO, D. Tecnologia da produção do feijão irrigado.** 2. ed. rev./aum. Piracicaba: ESALQ, 1997. p. 9-21.
- MALAVOLTA, E.** Elementos de nutrição mineral de plantas. São Paulo: Ceres, 1980. 251p.
- MALAVOLTA, E.; VITTI, G.C.; OLIVEIRA, S.A. de.** Avaliação do estado nutricional das plantas; princípios e aplicações. 2 ed. Piracicaba: POTAFOS, 1997. p. 319.
- MARSCHNER, H.** Mineral nutrition of higher plants.2. ed. New York: Academic Press, 1995. 887p.
- MENEZES, J.R.** Controle integrado de doenças em culturas irrigadas por pivô central. **Fitopatologia Brasileira, Brasília, v.20, p.207-208, 1995.** Suplemento.
- MORAIS, 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 de Potassa e do Fosfato, 1988. p. 261-301.
- MOURA, P.A.M. de.; PAIVA, B.M. de.; RESENDE, L.M. de** Aspectos econômicos da cultura do feijão. **Informe Agropecuário, Belo Horizonte, v. 17, n. 178, p. 67-72, 1994.**
- NIENHUIS, J.; SINGH, S.P.** Effects of location and plant density on yield and architectural traits in dry beans. **Crop Science, Madison, v. 25, n. 4, p. 579-584, 1985.**

- OLIVEIRA, I.P. de.; ARAÚJO, R.S.; DUTRA, L.G. Nutrição mineral e fixação biológica de nitrogênio. In: ARAÚJO, R.S.; RAVA, C.A.; STONE, L.F.; ZIMMERMANN, M.J. de O. *Cultura do feijoeiro comum no Brasil*. Piracicaba: POTAFOS, 1996, p. 169-221.
- OLIVEIRA, I.P. de.; THUNG, M.D.T. Nutrição mineral. In: ZIMMERMANN, M.J. de O.; ROCHA, J.A., YAMADA, T. (eds). *Cultura do feijoeiro; fatores que afetam a produtividade*. Piracicaba: POTAFOS, 1988, p. 175-212.
- OZINAME, O; VAN GIJN, H; ULEX, P.L.G. Effect nitrifications inhibitions of the force and efficiency of nitrogenous fertilizers under simulated humid tropical condition. *Tropical Agriculture, Trinidad*, v.20, n.3, p.211-217, 1983.
- PAES, J.M.V. Efeito de capinas e adubação nitrogenada em cultivares em diferentes estádios de desenvolvimento do feijoeiro, em distintas épocas de plantio. Viçosa: UFV, 1997. 71p. (Tese Doutorado - Fitotecnia)
- PARRA, M.S. Nutrição e adubação. In: FUNDAÇÃO INSTITUTO AGRONÔMICO DO PARANÁ. *O feijão no Paraná*. Londrina: 1989. p. 70-100. (Circular, 63)
- RAIJ, B.V. Fertilidade do solo e adubação. São Paulo: Agronômica Ceres/POTAFOS, 1991.445p.
- RAIJ, B.V.; CANTARELLA, H.; QUAGGIO, J. A. FURLANI, A.M.C. (eds). *Recomendação de adubação e calagem para o estado de São Paulo*. 2.ed. Campinas: IAC, 1996. 285p. (Boletim Técnico 100).
- REICHARDT, K. *Processo de transferência no sistema planta-atmosfera*. Campina: Fundação Cargill, 1985. 445p.
- REIS, M.S.; VIEIRA, C.; BRAGA, J.M. Efeito de fontes, de doses e épocas da aplicação de adubos nitrogenados sobre a cultura do feijão (*Phaseolus vulgaris* L.). *Revista Ceres, Viçosa*, v.19, n.101, p.25-42, 1972.
- ROCHA, J.A.M. *Produção do feijoeiro (Phaseolus vulgaris L.) cultivado em populações variáveis quanto ao número e ao arranjo de planta*. Piracicaba: ESALQ, 1991. 48p. (Dissertação Mestrado - Fitotecnia)

**RODRIGUES, B.N.; ALMEIDA, F.L.S.; SIQUEIRA, R.; FIGUEIREDO, P.R.A**  
**Plantas daninhas e seu controle. In: FUNDAÇÃO INSTITUTO**  
**AGRONÔMICO DO PARANÁ. O feijão no Paraná. Londrina: IAPAR,**  
**1989. 303p.(Circular IAPAR, 63)**

**ROSOLEM, C.A. Calagem e adubação mineral. In: ARAÚJO, R.S.; RAVA,**  
**C.A.; STONE, L.F.; ZIMMERMANN, M.J. de O. Cultura do feijoeiro**  
**comum no Brasil. Piracicaba: POTAFOS, 1996. p. 353-385.**

**ROSOLEM, C.A. Nutrição e adubação do feijoeiro. Piracicaba: POTAFOS,**  
**1987. 93p. (Circular técnica 8)**

**SARTORATO, A; RAVA, C.A Principais doenças do feijoeiro comum e seu**  
**controle. Brasília, EMBRAPA-CNPAP, Brasília. 1994. 300p.**

**SILVA, A.J. Resposta de cultivares de feijão (*Phaseolus vulgaris* L.) à**  
**adubação nitrogenada . Lavras: ESAL, 1988. 85p. (Tese Mestrado - Solos**  
**e Nutrição de Plantas)**

**SILVA, C.C. da. Estabelecimento da cultura. In: ARAÚJO, R.S.; RAVA, C.A.;**  
**STONE, L.F.; ZIMMERMANN, M.J de O. Cultura do feijoeiro comum no**  
**Brasil. Piracicaba: Associação Brasileira para Pesquisa de Potassa e do**  
**Fosfato, 1996. p. 417-432.**

**SILVA, J.F.; SILVA, J.F. Plantas daninhas. Brasília: ABEAS, 1997. 42p.**  
**(Curso de tutoria à distância. Curso de proteção de plantas. Módulo, 3.1)**

**SILVEIRA, P.M.; DAMASCENO, M.A. Estudo de doses e parcelamento de K e**  
**de doses de N na cultura do feijão irrigado. In: REUNIÃO NACIONAL DE**  
**PESQUISA DE FEIJÃO, 4, Londrina, 1993. Resumos... Londrina: IAPAR,**  
**1993.**

**SILVEIRA, P.M.; STONE, L.F. Irrigação do feijoeiro por aspersão. Informe**  
**Agropecuário, Belo Horizonte, v. 17, n. 178, p. 28-34, 1994.**

**SOUZA, M.M.M. Aplicação de uréia por fertirrigação e via foliar na cultura**  
**do feijão (*Phaseolus vulgaris* L.). Lavras: ESAL, 1994. 60p (Dissertação**  
**Mestrado - Fitotecnia)**

**VALE, F.R. do; GUILHERME, L.R.G.; GUEDES, G.A de A Fertilidade do**  
**solo: dinâmica e disponibilidade dos nutrientes de plantas. Lavras:**  
**ESAL/FAEPE, 1993. 171p.**

- 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. Botucatu: UNESP, 1994. 71p. (Tese Mestrado - Fitotecnia)**
- VALÉRIO, C.R. Comportamento de cultivares de feijão tipo carioca em diferentes populações de plantas e espaçamento entre linha. Lavras: UFLA, 1998. 69p. (Dissertação Mestrado - Fitotecnia)**
- VIEIRA, C. A cultura do feijão. Viçosa: UFV, 1978. 146p.**
- VIEIRA, C. Efeitos da densidade de plantio sobre a cultura do feijoeiro. Revista Ceres, Viçosa, v. 15, n. 83, p. 44-53. 1968.**
- VIEIRA, C.; VIEIRA, R.F. Épocas de plantio de feijão e proposta de nomenclatura para designá-las. Revista Ceres, Viçosa, v.42, n.244, p.685-688, 1995.**
- VILLALOBOS, R.A. Estudos para a adubação nitrogenada da cultura do feijoeiro (*Phaseolus vulgaris* L.) na Zona da Mata de Minas Gerais. Viçosa: UFV, 1980. 68p. (Dissertação Mestrado - Fitotecnia)**
- WOOLLEY, J.; DAVIS, J.H.C. The agronomy of intercropping with beans. SCHOONHOVEN, A van; VOYSEST, O (ed.). Common beans: Research for crop improvement. Melksham, Wiltshire, UK: Redwood Press Ltd., 1991. p.707-735.**
- YOKOYAMA, L.P.; BANNO, K.; KLUTHCOUSKI, J. Aspectos socioeconômico da cultura. In: ARAÚJO, R.S.; RAVA, C.A.; STONE, L.F.; ZIMMEMANN, M.J de O. Cultura do feijoeiro comum no Brasil. Piracicaba: Associação Brasileira para Pesquisa de Potassa e do Fosfato, 1996. p. 1-20.**