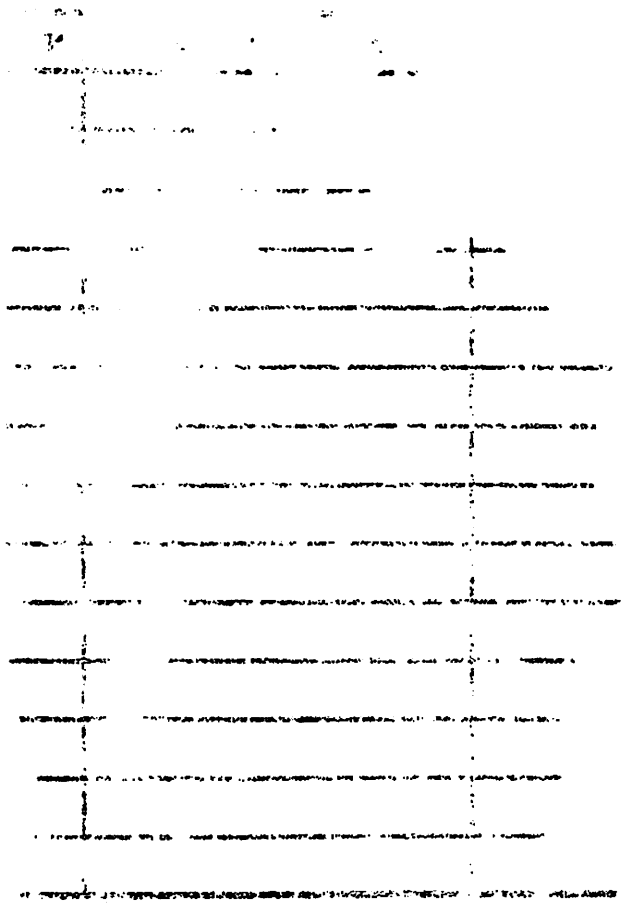
FÁBIO LÚCIO PEDROSO

COMPORTAMENTO DO FEIJOEIRO (*Phaseolus vulgaris* L.) EM RELAÇÃO À ADUBAÇÃO POTÁSSICA

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
1997



FÁBIO LÚCIO PEDROSO

COMPORTAMENTO DO FEIJOEIRO (*Phaseolus vulgaris* L.) EM RELAÇÃO À ADUBAÇÃO POTÁSSICA

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
1997

Ficha Catalográfica preparada pela Seção de Classificação e Catalogação da Biblioteca Central da UFLA

Pedroso, Fábio Lúcio
Comportamento do feijoeiro (*Phaseolus vulgaris* L.) em relacão à adubacão potássica / Fábio Lúcio Pedroso. – Lavras : UFLA, 1997.
66 p. : il.

Orientador: Messias José Bastos de Andrade.
Dissertacão (Mestrado) - UFLA.
Bibliografia.

1. Feijão - Adubacão potássica. 2. Nutricão mineral. 3. Solo - Fertirrigacão. 4. Adubacão - Potássio. 6. Parcelamento. I. Universidade Federal de Lavras. II. Título.

CDD-635.652893
-635.65287

FÁBIO LÚCIO PEDROSO

COMPORTAMENTO DO FEIJOEIRO(*Phaseolus vulgaris*, L.) EM RELAÇÃO À ADUBAÇÃO POTÁSSICA

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 22 de Agosto de 1997.

Prof^{a}. Dra. Janice Guedes de Carvalho

Pesq. Dr. Wander Eustáquio de Bastos Andrade

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

A Deus, por mais uma etapa vencida.

Aos meus pais, Aurélio e Francisca, e irmãos Celém, Cléia, José, Alzira, Paulo e Eduardo, que sempre me apoiaram e incentivaram em todo o decorrer de minha vida.

DEDICO

AGRADECIMENTOS

À Universidade Federal de Lavras-UFLA, especialmente ao Departamento de Agricultura, pela oportunidade de realizar o curso de mestrado.

Ao programa CAPES (Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal Técnico de Nível Superior), pela concessão da bolsa de estudos.

Ao professor Dr. Messias José Bastos de Andrade, pela orientação, disponibilidade e amizade no decorrer do curso.

Ao Américo, Roger, Marcelo, Élberis, Cláudio e demais colegas pela amizade e solidariedade demonstradas durante a realização do curso.

A Fabiana, pelo carinho e incentivo nas horas difíceis.

Aos meus cunhados e a todos aqueles que, direta ou indiretamente, contribuíram para realização deste trabalho.

ÍNDICE

página

LISTA DE TABELAS vi
LISTA DE FIGURAS ix
RESUMO x
ABSTRACT xii
1 INTRODUÇÃO 1
2 REFERENCIAL TEÓRICO 3
2.1 Potássio no solo 3
2.2 Potássio na planta 7
2.3 Adubação potássica 11
2.4 Fertirrigação 14
3 MATERIAL E MÉTODOS 18
3.1 Solos 18
3.2 Clima 20
3.3 Safra outono-inverno 1993 25
3.3.1 Parcelamento da adubação potássica convencional 26
3.3.2 Parcelamento da adubação potássica via água de irrigação 27
3.4 Safra seca 1994 31
3.5 Safra outono-inverno 1994 33
3.6 Safra outono-inverno 1995 34
3.7 Análise estatística 37
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO 38
4.1 Safra outono-inverno 1993 38

4.1.1 Parcelamento da adubação potássica convencional 38
4.1.2 Parcelamento da adubação potássica via água de irrigação 41
4.2 Safra seca 1994 44
4.3 Safra outono-inverno 1994 48
4.4 Safra outono-inverno 1995 52
5 CONCLUSÕES 57
6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS 58

LISTA DE TABELAS

Tabela Página

1 Resultados das análises químicas de amostras dos solos utilizados nos ensaios de Lavras e Bambuí. UFLA, Lavras-MG, 1993/95. 19

2 Tratamentos empregados nos ensaios do outono-inverno/93. UFLA, Lavras-MG,1997. 27

3 Cultivares de feijão utilizadas e algumas de suas características. UFLA, Lavras-MG, 1997. 32

4 Resumo da análise de variância (quadrados médios)dos dados relativos ao ensaio de parcelamento da adubação potássica convencional, outono-inverno 1993. UFLA, Lavras-MG, 1997. 38

5 Valores médios de características do feijoeiro, cultivar Carioca-MG, no ensaio de parcelamento da adubação potássica convencional, outono-inverno 1993. UFLA, Lavras-MG, 1997. 40

6 Resumo da análise de variância (quadrados médios) dos dados relativos às características do ensaio de parcelamento da adubação potássica via água de irrigação, outono-inverno 1993. UFLA, Lavras-MG, 1997. 42

7 Valores médios de características do feijoeiro, cultivar Carioca-MG, no ensaio de parcelamento da adubação potássica via água de irrigação, outono-inverno 1993. UFLA, Lavras-MG, 1997. 42

8 Resumo da análise de variância (quadrados médios) dos dados relativos aos teores de nutrientes nos grãos de feijão, cultivar Carioca-MG, no ensaio de parcelamento da adubação potássica via água de irrigação, outono-inverno 1993. UFLA, Lavras-MG, 1997. 45

9 Valores médios dos teores de nutrientes nos grãos de feijão, cultivar Carioca-MG, no ensaio de parcelamento da adubação potássica via água de irrigação, outono-inverno 1993. UFLA, Lavras-MG, 1997. 45

10 Resumo da análise de variância (quadrados médios)dos dados relativos ao ensaio da seca de 1994. UFLA, Lavras-MG, 1997. 46

11 Valores médios dos rendimentos de grãos, número de vagens por planta, número de grãos por vagem, peso de cem grãos e estande final, em função de cultivares de feijão e parcelamento de adubação potássica, seca 1994. UFLA, Lavras - MG, 1997..... 47

12 Resumo da análise de variância (quadrados médios) dos dados relativos ao ensaio outono-inverno de 1994. UFLA, Lavras, 1997. 50

13 Valores médios de rendimento de grãos, número de vagens por planta, número de grãos por vagem, peso de cem grãos e estande final,, em função de cultivares de feijão e doses de potássio, outono-inverno 94. UFLA, Lavras-MG, 1997..... 50

14 Resumo da análise de variância (quadrados médios) dos dados relativos ao ensaio de Bambuí-MG, outono-inverno 1995. UFLA, Lavras-MG, 1997. 53

15 Valores médios das características avaliadas no ensaio de Bambuí-MG, outono-inverno, 1995. UFLA, Lavras-MG, 1997. 54

LISTA DE FIGURAS

Figura Página

1 Variação diária da temperatura média, umidade relativa do ar e precipitação pluviométrica no período de julho a novembro de 1993. UFLA, Lavras-MG, 1997. 21

2 Variação diária da temperatura média, umidade relativa do ar e precipitação pluviométrica no período de março a junho de 1994. UFLA, Lavras-MG, 1997. 22

3 Variação diária da temperatura média, umidade relativa do ar e precipitação pluviométrica no período de julho a novembro de 1994. UFLA, Lavras-MG, 1997. 23

4 Variação diária da temperatura média, umidade relativa do ar e precipitação pluviométrica no período de maio a setembro de 1995. UFLA, Lavras-MG, 1997. 24

5 Diagrama com detalhes de um bloco e da parcela experimental do ensaio de fertirrigação,1993. UFLA, Lavras-MG, 1997. 29

6 Aplicador portátil de produtos químicos e fertilizantes via água de irrigação (Costa e Brito, 1988). 30

7 Diagrama com detalhes de um bloco e da parcela experimental do ensaio sob pivô central, em Bambuí-MG, 1995. UFLA, Lavras-MG, 1997. 36

RESUMO

PEDROSO, Fábio Lúcio. **Comportamento do feijoeiro em relação à adubação potássica.** Lavras: UFLA, 1997. 66p. (Dissertação- Mestrado em Fitotecnia). [1]

O comportamento da cultura do feijão (*Phaseolus vulgaris* L.) submetida a doses e ao parcelamento da adubação potássica convencional e via água de irrigação foi estudado em cinco ensaios de campo. Os dois primeiros (adubação potássica convencional e via água de irrigação) foram conduzidos durante o outono-inverno de 1993, em solo com médio teor de potássio (Lavras-MG) e delineamento em blocos casualizados, comparando uma testemunha sem potássio com cinco diferentes formas de parcelamento da dose recomendada pela análise do solo, na cultivar Carioca-MG. Na mesma localidade, em solo com baixo teor de potássio e delineamento em blocos casualizados com três repetições, estudou-se (seca 1994) um fatorial 5x4, envolvendo cinco cultivares (Ouro Negro, Jalo ESAL, Carioca-MG, Roxo 90 e Ouro) e quatro formas de parcelamento da adubação potássica (plantio + cobertura). As mesmas cultivares foram utilizadas no quarto ensaio de Lavras (outono-inverno de 1994), em solo com baixo teor de potássio e delineamento experimental de blocos ao acaso com três repetições e esquema fatorial 5x4, o qual envolveu também quatro doses para adubação potássica (0, 40, 80 e 120 kg K_2O/ha), aplicada totalmente no plantio. Finalmente, durante o outono-inverno de 1995 em área comercial da cultivar Carioca sob pivô central no município de Bambuí-MG, foi conduzido um último ensaio no delineamento de blocos casualizados, esquema de parcelas subdivididas, envolvendo

[1] Orientador: Messias José Bastos de Andrade. Membros da Banca: Janice Guedes de Carvalho e Wander Eustáquio de Bastos Andrade.

parcelas com quatro doses para adubação potássica no plantio (0, 40, 80 e 120 kg K_2O/ha) e subparcelas com duas doses em cobertura (0 e 18 kg K_2O/ha) via fertirrigação. Em todos os ensaios foram avaliados o estande final e o rendimento de grãos e seus componentes, sendo que no ensaio de fertirrigação de Lavras determinaram-se ainda os teores de macro e micronutrientes nos grãos. Os resultados obtidos permitiram concluir que o feijoeiro não respondeu à adubação potássica, mesmo em condição de baixo teor de potássio no solo e emprego de doses elevadas do nutriente (até 120 kg K_2O/ha). Não foi observada qualquer vantagem no parcelamento do fertilizante potássico, seja na adubação convencional via solo, seja na fertirrigação. O emprego de doses elevadas de potássio (até 120 kg K_2O/ha) aplicadas totalmente no plantio não causou qualquer efeito sobre a germinação ou emergência dos feijoeiros. Não foi encontrada interação significativa entre cultivares de feijão e adubação potássica, tanto como não foi significativa a interação adubação potássica no plantio x cobertura, via água de irrigação. Dentre as cultivares utilizadas, a Ouro Negro apresentou melhor comportamento e destacou-se como a mais produtiva.

ABSTRACT

DRY BEANS BEHAVIOR IN RELATION TO POTASSIUM FERTILIZATION.

Aiming the study of dry beans' (*Phaseolus vulgaris* L.) behavior submitted to whole and partial conventional or via water potassium fertilization, five field experiments have been conducted. The first two were carried out in the 1993 autumn-winter season, on medium grade potassium soil at UFLA (Lavras,MG) and the experimental design was of randomized blocks with three replications, comparing a without potassium to five different partializing forms of the 45 kg K_2O dose per hectare for the Carioca-MG cultivars. At the same location, on a low potassium tar soil and a on a design of randomized blocks with three replications, a 5x4 factorial scheme was studied (dry season, 1994), encompassing 5 cultivars (Ouro Negro, Jalo ESAL, Carioca-MG, Roxo 90 and Ouro) and four forms of partialization of potassium fertilization. The same cultivars have been used in the Lavras' fourth essay (autumn-winter, 1994) in a low potassium tar soil and randomized experimental design with three replication and 5x4 factorial scheme, which also encompassed four doses of K_2O (0, 40, 80 and 120 kg K_2O/ha) fully applied at plantation time. Finally in autumn-winter, 1995 in Carioca cultivars business area irrigated by a central-pivot in the town of Bambuí-MG, a final essay on the randomized blocks scheme, sub-divided parcels, involving parcels of four doses of K_2O on the plantation (0, 40, 80 and 120 kg K_2O/ha) and sub-parcels with two doses of K_2O in covering (0 and 18 kg K_2O/ha) via fertirrigation. On all essays experiments the final stands and the grain yields and the components were evaluated, adding that in the fertirrigation essay in Lavras the macro and micro nutrients in the grains were determined.

The results obtained allowed us to conclude that the bean plant did not respond to potassium fertilization even under a low potassium tar on the soil and the application of high doses of the nutrient (up to 120 kg K_2O/ha). No advantage has been observed as for the potassium fertilizer partialization, not mattering if either standard fertilization via soil, neither fertirrigation. The application high potassium doses, up to 120 kg K_2O/ha totally applied at planting time hasn't had any effect on the germination or emergence of the bean plants. No meaningful interaction between bean types and potassium fertilization, as well as the interaction between potassium fertilization at plantation time versus covering via irrigation water. Among the cultivars used, the "Ouro Negro" displayed the best behaviour and outstood as the most productive.

1 INTRODUÇÃO

Apesar da grande extração de potássio realizada pela cultura do feijão, resultados de pesquisas têm indicado uma baixa freqüência de resposta à adubação potássica. Tais trabalhos apresentam alguns aspectos comuns, mas a maior parte desses resultados foram obtidos há mais de 15 ou 20 anos em ensaios com tetos de produtividade relativamente baixos e cultivares que atualmente nem são mais recomendadas.

Recentemente, grandes produtores de feijão, em áreas irrigadas do norte e noroeste de Minas Gerais, têm registrado maior freqüência de respostas tanto ao parcelamento quanto ao emprego de maiores dosagens de potássio na adubação, seja convencional ou via água de irrigação. De fato, diversos fatores podem estar atualmente contribuindo para aumentar a probabilidade de resposta: os elevados níveis de produtividade alcançados, a exploração intensiva das áreas com culturas em sucessão, o emprego crescente de solos marginais de baixa fertilidade e mais arenosos e, finalmente, o manejo inadequado da irrigação com emprego de lâminas de água excessivas.

Considerando que em muitas áreas de pivô central daquelas regiões o potássio já vem sendo aplicado em cobertura via água de irrigação sem uma necessária base científica, o presente trabalho objetivou: a) estudar o efeito de diferentes doses e épocas de parcelamento da adubação

potássica sobre o rendimento do feijoeiro e seus componentes; b) avaliar a viabilidade da aplicação de fertilizante potássico com emprego da fertirrigação.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 Potássio no solo

O potássio (K) é um metal alcalino que ocorre naturalmente na maioria das rochas e solos, sendo o seu total na crosta terrestre da ordem de 2,3 a 2,5%. Apesar disso, somente uma pequena porção torna-se disponível para as plantas (Potafos..., 1990).

De acordo com Mielniczuk (1977, 1978), o potássio no solo encontra-se sob quatro formas: como componente estrutural de minerais; contido na matéria orgânica e detritos orgânicos; trocável (adsorvido sob várias formas) e presente na solução do solo. Segundo aquele autor, a absorção de K pelas plantas, bem como as perdas por lixiviação, dependem diretamente da concentração relativamente pequena do elemento na solução do solo. As diferentes formas mantêm-se num equilíbrio dinâmico no solo; sempre que o elemento é retirado do sistema, um novo equilíbrio é restabelecido.

Outra classificação das formas de potássio no solo é apresentada por Lopes (1989), o qual considera três categorias: não disponível (encontrado nas rochas e liberado muito lentamente, à medida que os minerais do solo são intemperizados), lentamente disponível ("fixado" ou retido entre lâminas de certas argilas, relativamente pouco comum na maioria dos solos brasileiros) e

disponível (K encontrado na solução do solo + K adsorvido, em forma trocável, pela matéria orgânica e pela argila do solo). O K da solução do solo encontra-se em equilíbrio com o K trocável e, à medida que uma cultura remove K da solução, parte do trocável movimenta-se para a solução, estabelecendo novo equilíbrio.

É interessante observar que K em solução ocorre em quantidades muito pequenas, suficiente apenas para o crescimento ativo das culturas por um ou dois dias (Lopes, 1989) e, provavelmente por esta razão, K trocável tem sido mais comumente adotado tanto como índice de disponibilidade de K para as plantas, quanto como parâmetro indicativo da necessidade de adubação (Parra, 1989).

Com exceção de solos de origem vulcânica e aluviais, a maior parte dos solos dos trópicos têm baixa capacidade de troca de cátions (CTC) e limitada capacidade de atrair e reter cátions básicos solúveis como o K^+. O nível mínimo absoluto de K trocável para a agricultura tropical é considerado próximo a 0,10 meq/100g, mas pode variar de 0,07 a 0,20 meq/100g, dependendo do tipo de solo e de planta envolvidos. Níveis inferiores a 0,15 meq/100g (60 ppm), usualmente são inadequados para suportar um crescimento normal das culturas (Associação..., 1990). De acordo com Oliveira e Dantas (1984), os teores médios de K solúvel e trocável nos solos brasileiros estão entre 1 e 2%, embora muitos solos possam apresentar teores inferiores a 50 ppm (0,005%).

De acordo com Oliveira, Araújo e Dutra (1996), deficiência de K ocorre em solos com baixo teor de matéria orgânica e com muitos anos de cultivo, em solos arenosos formados a partir de material de origem pobre em K e em solos de textura pesada onde o K foi lixiviado.

É fundamental a manutenção de níveis adequados de K no solo porque sua movimentação é pequena (Lourenço, 1987) e, ao contrário do nitrogênio e outros nutrientes, tende a permanecer

onde é colocado através da adubação. A pequena movimentação se dá geralmente por difusão, lentamente e a curtas distâncias, através de filmes de água que circundam as partículas do solo. Como as raízes das culturas geralmente entram em contato com menos de 3% do solo no qual se desenvolvem, é preciso haver um bom suprimento de potássio para assegurar as quantidades necessárias às lavouras durante os vários estádios de crescimento, até a colheita (Lopes, 1989).

De maneira geral, a disponibilidade de K para as culturas é afetada por uma série de fatores, tais como lixiviação, quantidade e tipos de minerais de argila, pH do solo e calagem, estrutura do solo, conteúdo de água e temperatura do solo, entre outros (Munson, 1980).

Segundo Schroeder, 1975, citado por Padovese (1988), os ganhos e perdas de potássio por movimento lateral de água, erosão ou ascensão capilar são desprezíveis em condições normais. Por outro lado, Silva e Ritchey (1982) relatam que, devido às dificuldades encontradas nos processos de amostragem de solos em profundidade, a maior parte das pesquisas com adubação potássica não leva em consideração o movimento do nutriente no perfil do solo, negligenciando o fenômeno comprovado da lixiviação. Pushparajah et al. (1977) citados por Vilela et al. (1986), verificaram que as perdas de potássio por lixiviação variam com a textura dos solos, sendo que as maiores perdas ocorrem em solos arenosos e, as menores , em solos de textura média e argilosa. Em latossolo vermelho-escuro de textura argilosa (CTC efetiva = 6,0 meq/100cc) submetido a cultivos sucessivos de milho e feijão irrigado, Coelho e França (1994) verificaram que a lixiviação de potássio para camadas inferiores (20-40 e 40-60 cm) do perfil do solo somente ocorreu com aplicação de 120 kg de K_2O/ha no sulco de plantio. Nos solos de cerrados do Brasil, entretanto, estima-se que as perdas por lixiviação do potássio aplicado sejam da ordem de 37 a 48% (Associação..., 1990).

A quantidade e o tipo de minerais de argila no solo têm uma forte influência na capacidade e na energia de retenção de K, propriedades que controlam a sua concentração na solução do solo e a capacidade de fornecê-lo em níveis suficientes para as culturas. Esse comportamento deve-se à penetração de K nos espaços vazios entre as camadas das argilas expansivas quando abertas. Posteriormente, as argilas se fecham e o potássio fica preso (Boyer, 1985). Solos arenosos e solos contendo argilas cauliníticas podem inicialmente apresentar altas concentrações de K na solução do solo; porém, são incapazes de manter essas altas concentrações quando cultivados. Embora solos argilosos tenham uma concentração inicial de K em solução mais baixa, eles podem manter um determinado nível por tempo mais longo. As argilas do tipo ilita, derivadas de micas, têm mais K trocável, porém apresentam teores de K em solução mais baixos do que as argilas do tipo caulinítico (Potafos..., 1990; Lopes, 1982). Portanto, nos latossolos e solos podzolizados, onde predominam argilas não expansivas, a adubação potássica deverá ser menor e mais freqüente em relação aos solos temperados, em que predominam argilas do tipo expansivas (Boyer e Carvalho 1985).

De acordo com Potafos...(1990), a redução dos níveis tóxicos de Al e Mn proporcionada pela calagem é benéfica tanto por minimizar sua ação depressiva na absorção de K pelas plantas, como por propiciar o melhor desenvolvimento do sistema radicular, com maior capacidade de absorção de K. A elevação do pH pela calagem aumenta a CTC, aumentando também a capacidade do solo de reter K. Por outro lado, a calagem, quando em excesso, pode oferecer quantidades elevadas de cálcio que impedem a absorção de K na superfície das raízes, provavelmente por inibição competitiva (Malavolta, 1980), podendo resultar na retenção de K em sítios seletivos de adsorção anteriormente ocupados por cátions hidroxilados de alumínio.

Como o potássio se movimenta no solo principalmente por difusão (Lopes, 1989), a importância do conteúdo de água no solo é óbvia. Em condições de baixa umidade, os filmes de água em torno das partículas de solo são mais finos e descontínuos, resultando em caminhos tortuosos para o movimento de K para as raízes. Altas concentrações de K em solução em solo seco ajudam a compensar essas restrições. De acordo com Associação... (1990), a fraca estrutura do solo, o acúmulo de água e a compactação reduzem a quantidade de oxigênio no solo e a absorção de K pelas plantas, mas o seu impacto também pode ser parcialmente superado pela fertilização potássica.

A taxa de difusão de K no solo é altamente dependente da temperatura, encontrando-se descritas na literatura, situações em que a elevação da temperatura de 15°C para 29°C aumentou substancialmente as taxas de difusão de K nativo e de K aplicado. Por outro lado, elevação de temperatura também aumenta a taxa de intemperismo dos minerais do solo, liberando mais K para as plantas (Associação..., 1990).

2.2 Potássio na planta

O potássio (K) é absorvido como cátion monovalente K^+, sendo o cátion mais abundante nos tecidos vegetais (Malavolta, 1976), e é, comprovadamente, o segundo nutriente mais extraído e exportado pelo feijoeiro, superado apenas pelo nitrogênio (Rosolem, 1987).

A absorção do K e outros nutrientes pelo feijoeiro foi inicialmente estudada por Gallo e Miyasaka (1961), Haag et al. (1967) e Cobra Neto, Accorsi e Malavolta (1971). Estes últimos verificaram que o padrão de absorção de K indicou a existência de dois períodos de grande

demanda pelo nutriente: o primeiro entre 25 e 35 dias após a emergência (DAE), época da diferenciação dos botões florais quando a cultura absorve, em média, 1,69 $kg.ha^{-1}.dia^{-1}$, e o segundo, compreendido entre 45 e 55 dias (DAE) do final do florescimento ao início da formação das vagens, quando a cultura acumula, em média, 3,29 kg de K $ha^{-1}.dia^{-1}$. Gallo e Miyasaka (1961) também identificaram o mesmo período como o de maior demanda de K pelo feijoeiro, embora com absorção da ordem de 2,17 kg $K.ha^{-1}.dia^{-1}$. Haag et al. (1967), em coerência com os trabalhos anteriormente citados, demonstraram que praticamente não há absorção aparente de potássio a partir do final do florescimento o que, segundo Rosolem (1987), permite inferir que a quase totalidade do potássio contido nas vagens e grãos do feijoeiro foi translocada das folhas.

Oliveira e Thung (1988) discutem resultados obtidos por diferentes autores sobre as quantidades de K e outros nutrientes extraídos pelo feijoeiro em um hectare para a produção de 1000 kg de grãos, situando-se as extrações de K, obtidas em trabalhos realizados de 1961 a 1984, entre 6 a 22 kg de K. $t^{-1}.ha^{-1}$. Guedes e Junqueira Netto (1978), Bastos (1990) e Malavolta e Kliemann (1985) indicam extrações de 20 a 32 kg K. $t^{-1}.ha^{-1}$. Mais recentemente, El-Husny (1992), trabalhando em vasos, observou que a cultivar Carioca extraiu o equivalente a 85 kg K. ha^{-1}. No que se refere à exportação, os resultados de Gallo e Miyasaka (1961), Cobra Neto, Accorsi e Malavolta (1971) e El-Husny (1992) indicam que cerca de 23 a 55% do K extraído são exportados pela cultura do feijão. As diferenças encontradas demonstram variações devidas a clima, solo, cultivares e níveis de produtividade (Amaral et al., 1980).

Segundo Rosolem (1987), é importante o conhecimento acerca do potencial de absorção de nutrientes pela planta (extração), assim como da quantidade de nutrientes retirada do campo de cultivo (exportação). No caso do feijoeiro, entretanto, é preciso ter em mente que nem sempre

a exportação se refere à quantidade do nutriente presente nos grãos, tendo em vista que nas colheitas manuais e semi-mecanizadas ainda utilizadas nas pequenas e médias propriedades, as plantas são arrancadas e freqüentemente levadas para fora do local de cultivo, sem retornarem para incorporação. No caso do cultivo em alta tecnologia, com colheita mecanizada direta ou indireta, a trilha é realizada no próprio campo de produção, não resultando em perda dos nutrientes presentes na palhada (Amaral et al., 1980).

Embora não se conheça nenhum composto orgânico no tecido vegetal em que o K seja componente (Oliveira e Thung, 1988), sabe-se que sua principal função é a atividade enzimática, já que cerca de 60 enzimas são ativadas pelo nutriente (Malavolta, 1967; Malavolta, 1976; Malavolta, 1980; D'Alejandro, 1986). O K é ainda responsável pela manutenção da turgescência do tecido, resultando em maior atividade celular (Malavolta, 1980; Kiraly, 1976 e Ismunadji, 1976, citados por Malavolta, 1984). É também bastante conhecido o papel do K no mecanismo de abertura e fechamento dos estômatos (Malavolta, 1980), o qual influencia a fotossíntese juntamente com a despolarização das membranas dos tilacóides, outro efeito promovido pelo K (Faquin, 1994). Outras importantes funções são ainda atribuídas ao K, tais como: resistência ao acamamento devido à lignificação das células esclerenquimáticas e maior espessura das paredes celulares (Malavolta, 1980; Hesis, 1976; Huber e Army, 1985; Ito et al., 1992); resistência a doenças (Malavolta, 1980; Kiraly, 1976 e Ismunadji, 1976, citados por Malavolta, 1984; D'Alejandro, 1986; Hesis, 1976; Huber e Army, 1985; Tisdale, Nelson e Beaton, 1985; Ito et al., 1992); maior transporte de fotoassimilados; maior eficiência hídrica; melhor qualidade dos produtos e maior resistência à geada, seca e salinidade (Malavolta, 1980; Malavolta e Crocomo, 1982).

Embora a ocorrência de deficiência de potássio no feijoeiro em condições de campo não seja comum (Oliveira e Thung, 1988), os sintomas de deficiência de potássio aparecem primeiramente nas folhas mais velhas, onde é mais severa (Fageria, Oliveira e Dutra, 1996; Oliveira, Araújo e Dutra, 1996; Parra, 1989; Oliveira e Thung, 1988), devido à mobilidade deste nutriente na planta (Fageria, Oliveira e Dutra, 1996; Oliveira, Araújo e Dutra, 1996). Wilcox e Fageria (1976) caracterizaram os sintomas como clorose internerval das folhas mais velhas, originada a partir de manchas necróticas castanhas, irregulares, do ápice para a parte central dos folíolos, atingindo-os finalmente entre as nervuras. Segundo os mesmos autores, o crescimento do caule, o número de folhas e a área foliar são reduzidos, podendo as flores caírem precocemente. Redução dos folíolos e da planta em geral é também assinalada por Rosolem (1987), para quem, além da clorose, podem surgir pequeninas pontuações, bem próximas entre si, causando a impressão de retículo e, às vezes, associando-se, formando manchas maiores de cor pardo-escura ou necrosadas. Neste aspecto, Fageria, Oliveira e Dutra (1996) concordam com Wilcox e Fageria (1976), já que também para eles a necrose é precedida pelas manchas cloróticas/necróticas que se desenvolvem em coalescência nas proximidades marginais das folhas velhas, podendo progredir para as folhas novas. Parra (1989) acrescenta que as pontas dos folíolos podem se virar para a página superior e que as raízes também são afetadas, apresentando-se em menor volume. De acordo com Oliveira, Araújo e Dutra (1996), se a deficiência persiste, o folíolo é afetado e morre, tornando-se marrom pálido, e cai, enquanto as folhas jovens permanecem verde-escuras e são bem menores que o tamanho normal.

2.3 Adubação Potássica

Como já foi mencionado, a extração de potássio pelo feijoeiro é elevada e ocorre num período relativamente curto, até cerca de 50 a 55 DAE, o que indicaria alto potencial de resposta ao K aplicado. A realidade mostrada por trabalhos conduzidos em diferentes épocas e regiões brasileiras, entretanto, mostra que a resposta da cultura ao K tem baixa freqüência (Malavolta, 1972; Igue, 1968; Vieira, 1983), é de pequena magnitude (Igue, 1968; Malavolta, 1972) e pode até mesmo ser negativa (Malavolta, 1972; Rosolem, 1987; Moraes, 1988; Silveira e Damasceno, 1993). Analisando vinte ensaios de adubação NPK da cultura do feijão na Zona da Mata, Minas Gerais, Braga et al., 1973, já não observaram resposta à adubação potássica em nenhum deles.

Vários argumentos tem sido utilizados para explicar esses resultados. Em primeiro lugar, é preciso considerar que a maioria dos solos brasileiros ainda apresentam teores entre médios a altos de K, com boa disponibilidade do nutriente para a cultura (Malavolta, 1972; Parra, 1989; Vieira, 1983; Mielniczuk, 1982; Silveira e Damasceno, 1993). De maneira geral, quando o solo apresenta de 50 a 60 ppm de K, normalmente não se obtém resposta do feijoeiro à adubação potássica (Parra, 1989; Silveira e Damasceno, 1993).

Outro aspecto relevante diz respeito ao baixo nível de produtividade (baixa extração) alcançado na maioria dos ensaios (Moraes, 1988; Rosolem, 1996; Andrade e Ramalho, 1995), sempre conduzidos há mais de 15 ou 20 anos, empregando cultivares já superadas, de baixo potencial de rendimento e utilizando sistemas de produção mais adequados a pequenos produtores, principal alvo da pesquisa com feijão naquela época. De acordo com Moraes (1988), a curta duração dos ensaios também é um fator determinante da baixa freqüência e pequena

magnitude das respostas. Outro aspecto não enfocado é a sucessão de culturas na mesma área, característico da agricultura moderna.

Com relação às respostas negativas, o principal argumento tem sido o alto efeito salino do cloreto de potássio sobre as sementes, reduzindo a germinação e a emergência, e resultando em falhas no estande (Vieira e Gomes, 1961; Braga, 1972; Silveira e Damasceno, 1993), além de provável desequilíbrio nutricional, principalmente em relação ao Ca e Mg (Malavolta, 1980).

Dentro desse enfoque tradicional, a adubação potássica na cultura do feijão vem sendo muitas vezes negligenciada pelos produtores, temporariamente omitida pelos técnicos (Parra, 1989) ou usada apenas com o intuito de evitar um futuro esgotamento do solo (Rosolem, 1986).

Na maioria dos estados brasileiros, a estimativa da disponibilidade de potássio no solo para o feijoeiro e a composição das tabelas de recomendação de adubação potássica são baseadas no teor de potássio do solo, e as interpretações diferem consideravelmente (Moraes, 1988). Em Minas Gerais é utilizado o teor de K "disponível" (Comissão..., 1989), obtido com o extrator Mehlich 1, ou Carolina do Norte, constituído por HCl 0.05N + H_2SO_4 0.025N (Defelipo e Ribeiro, 1981). De acordo com esta Comissão, no Estado de Minas Gerais teores de "K disponível" inferiores a 45 ppm são classificados como baixos, de 46 a 80 ppm são considerados médios e teores acima de 80 ppm são tidos como altos. A sugestão de adubação da referida Comissão para a cultura do feijão prevê a utilização de 60, 45 ou 30 kg de K_2O/ha nas situações em que o solo se apresenta, respectivamente, com baixo, médio ou alto teor de K "disponível". Deve ser ainda lembrado que esta recomendação, assim como a da maioria dos outros estados, foi elaborada a partir de resultados experimentais obtidos até o início da década de 1980.

Nos últimos 15 anos, a cultura do feijão no Brasil, experimentou grandes transformações, deixando de ser apenas atividade de subsistência, quase sempre em consórcio com outras culturas, para ser também atividade empresarial de médio e grande porte, tornando-se a principal opção de cultivo em áreas irrigadas. Nesta condição, onde se utiliza novas fronteiras e alta tecnologia, obtendo-se altas produtividades, Andrade e Ramalho (1995) acreditam que possam ser maiores a freqüência e a magnitude de resposta da cultura à adubação potássica, principalmente devido aos seguintes fatores: (i) a produtividade, em algumas situações, ultrapassa 3000 kg de grãos/ha; (ii) empregam-se solos mais marginais para a cultura, com menor teor de K; (iii) empregam-se solos mais arenosos, mais sujeitos à lixiviação de K; (iv) a irrigação pode favorecer esta lixiviação, principalmente em solos arenosos e/ou muito trabalhados; (v) o sistema de exploração intensivo, com mais de uma cultura no ano, aumenta a extração e a exportação de K.

Guedes e Junqueira Netto (1978) já falavam da possibilidade de maiores respostas, pelo menos no cerrado mineiro, e, hoje, produtores da região norte de Minas Gerais têm recorrido às instituições de pesquisa como a Universidade Federal de Lavras (UFLA), para buscar orientação sobre o emprego de maiores doses e sobre o parcelamento da adubação potássica que julgam ser vantajosos (Andrade, M.J.B. Informação Pessoal). *

Vale a pena lembrar que a 4ª aproximação das Recomendações para o Uso de Corretivos e Fertilizantes, ainda em vigor em Minas Gerais, preconiza a aplicação total do adubo potássico por ocasião da semeadura, abaixo e ao lado das sementes, juntamente com o fósforo e parte do nitrogênio. Trabalhos mais recentes têm, entretanto, fornecido informações adicionais. Soares, Lima e Bull (1990) demonstraram que em solos com baixa CTC havia vantagem em se parcelar o

---

* Andrade, Messias José Bastos de, Doutor em Agronomia, professor do Departamento de Agricultura da UFLA.

adubo potássico, obtendo-se maior eficiência da adubação. Haag et al., (1967), já haviam observado que a absorção dos macronutrientes N, P, K, Ca, Mg e S é pequena nos primeiros 30 dias, sendo possível dispensar a adubação no sulco, principalmente N e K, transferindo-a para os 30 dias. Silveira e Damasceno (1993) mostraram que doses de 80 kg K_2O/ha, ou maiores, aplicadas na semeadura, causaram diminuição na produtividade, o que não foi observado quando aplicada metade da dose na semeadura e metade em cobertura. Chagas et al. (1995) também mostraram a viabilidade da aplicação de K em cobertura e, finalmente, Rosolem (1996) sugere que doses de K_2O maiores que 50 kg/ha sejam parceladas, aplicando-se metade na semeadura e metade junto com a cobertura nitrogenada. Este último critério foi adotado recentemente pelo Estado de São Paulo, onde se recomenda que as quantidades que excederem 50 kg/ha de K_2O sejam aplicadas em cobertura, junto com o N e não mais que 25 dias após emergência das plantas (Instituto Agronômico de Campinas, 1996).

2.4 Fertirrigação

A exigência hídrica total da cultura do feijão varia de 250 a 500 mm/ciclo, com consumo médio diário de 3,3 a 4,5 mm de água, sendo a germinação/emergência (estádios V_0 e V_1), a floração (R_6) e o enchimento de vagens (R_8) os períodos críticos do feijoeiro em relação ao "déficit" hídrico (Garrido e Teixeira, 1978; Encarnação, 1979; Steinmetz, 1984; Salter e Goode, 1967; Dubetz e Mahalle, 1969; Raggi, Bernardo e Galvão, 1976), o qual pode causar redução da população de plantas, queda de flores e vagens e redução do peso médio de sementes (Couto, 1979; Miranda e Belmar, 1977). Essa alta sensibilidade à deficiência hídrica resulta em boa

resposta à irrigação, prática que diminui os riscos da cultura e, como já mencionado, transformou a conjuntura de produção de feijão no sudeste e centro-oeste brasileiros.

Por requerer maior investimento, entretanto, a lavoura irrigada do feijoeiro exige maior índice de produtividade e, conseqüentemente, emprego de técnicas que complementem a irrigação e se traduzam em maior lucro para o produtor. Neste particular, merece destaque a quimigação, ou seja, a aplicação de produtos químicos utilizando como veículo a água de irrigação (Silveira et al., 1996), ou ainda particularmente, a fertirrigação, que consiste na aplicação simultânea de água e fertilizantes através de um sistema de irrigação, aliando os benefícios de ambas as práticas: irrigação e aplicação de fertilizantes (Hagin e Tucker, 1982; Frizzone, 1984; Frizzone et al., 1985; Costa, França e Alves, 1986; Coelho, 1994).

De acordo com Costa e Brito (1988), a quimigação vem obtendo sucesso em países desenvolvidos, o que tem motivado os agricultores brasileiros a utilizarem tal tecnologia, principalmente pelas vantagens de economia de mão-de-obra, boa uniformidade de aplicação e pouco contato do operador com os produtos, além de permitir parcelamento de nutrientes em épocas mais adequadas, simplificar as operações, melhorar a eficiência dos produtos e reduzir os custos de produção. Johnson et al. (1986), acrescentam ainda que há redução de danos mecânicos à cultura e de compactação do solo, bem como ampliação do horário e épocas de aplicação. Segundo Meirelles, Libardi e Reichardt (1980), no caso específico da fertirrigação, a prática oferece maior versatilidade na aplicação de nutrientes, podendo-se dosar mais rigorosamente as quantidades aplicadas e levar em conta as necessidades das plantas durante o ciclo vegetativo.

No Brasil, uma das maiores limitações à difusão da fertirrigação tem sido a falta de pesquisa, principalmente no que diz respeito à possível contaminação das redes de água potável,

aos tipos de fertilizantes que podem ser empregados e a doses, modos e épocas de aplicação (Frizzone et al., 1985; Costa e Brito, 1988; Maia, 1989).

O sistema de irrigação "pivô-central" (Marchetti, 1983), muito usado na cultura do feijoeiro, é também um dos mais adequados para a quimigação. Os pivôs centrais comercializados no Brasil aplicam, em geral, uma lâmina que varia de 4 a 9 mm de água por volta (40 a 90 mil litros de água por hectare), na velocidade máxima (Vieira, 1994). Como resultado, a concentração do produto na água é muito baixa e ele, na sua maior parte, é depositado no solo. Se o solo estiver seco, esta quantidade é retida nos primeiros 5 a 10 cm de profundidade, região de atuação apropriada para herbicidas pré-plantio e pré-emergentes (Silveira et al., 1996).

A aplicação de produtos químicos e fertilizantes também é viável no sistema de irrigação por aspersão convencional. Costa e Brito (1988) idealizaram um aplicador portátil acoplável à rede hidráulica, de fácil construção. O produto recém-diluído é colocado em um recipiente aplicador (latão de leite adaptado) para, em seguida, após abertura dos registros de entrada e saída, a água da rede de irrigação penetrar, provocar turbulência e arrastar a solução do recipiente para distribuição na área, através dos aspersores.

Os resultados da aplicação de produtos químicos na água de irrigação são altamente variáveis e o grau de sucesso geralmente é determinado pela quantidade e uniformidade da cobertura química (Silveira et al., 1996). De acordo com Cochran, Treadgill e Young (1984), a obtenção de bons resultados com a aplicação, via água de irrigação, depende não somente das características físicas do sistema e da taxa de aplicação, mas também da formulação química.

Desta forma, a uniformidade de distribuição de água de um sistema é de grande importância para o sucesso da aplicação de quaisquer produtos químicos. No caso de produtos

direcionados à superfície do solo, como os fertilizantes, a falta de uniformidade de distribuição de água pode ser amenizada pela redistribuição da água no perfil do solo (Silveira et al., 1996; Paiva, 1980; Bisconer, 1986). Utilizando o aplicador portátil desenvolvido por Costa e Brito (1988), Sousa (1994) verificou que a eficiência de aplicação de uréia (dose desejada/dose aplicada) variou de 51,5 a 85,5% e, a julgar pelo resíduo deixado no depósito, poderia ter sido elevada com o aumento do tempo de aplicação, que foi de 10 minutos. Trabalhando com cloreto de potássio, Costa e Brito (1988) haviam encontrado eficiência de aplicação superior a 90%.

Com relação à formulação química, Vitti, Boareto e Penteado (1993) afirmam que a aplicação de potássio através de fertirrigação praticamente não apresenta problemas, devido à alta solubilidade da maioria dos sais de potássio. Segundo aqueles autores, somente a aplicação do sulfato de potássio é limitada, em relação ao cloreto ou nitrato, uma vez que na presença de grandes concentrações de cálcio na água ocorre a formação de precipitado de sulfato de cálcio.

3 MATERIAL E MÉTODOS

O presente estudo constou de cinco ensaios de campo conduzidos nos municípios mineiros de Lavras (dois no outono/inverno 93 - convencional e fertirrigação, um na seca 94 e outro no outono/inverno 94) e Bambuí (outono/inverno 95).

3.1 Solos

Os ensaios de Lavras foram conduzidos em um solo classificado originalmente como Latossolo Roxo distrófico fase cerrado (Freire, 1979) do campo experimental do Departamento de Agricultura da Universidade Federal de Lavras (UFLA) e, em Bambuí, em um Latossolo Vermelho-Amarelo distrófico da Fazenda Bela Vista, situada a 28 km da sede do município. Resultados das análises químicas de amostras dos solos utilizadas em cada ensaio são apresentados na Tabela 1 . Na amostra do solo de Bambuí foram ainda determinados os teores de enxofre (33,55 mg/dm^3), boro (0,22 mg/dm^3) e zinco (2,4 mg/dm^3). Dentre os quais, os teores de enxofre e zinco encontram-se acima das faixas críticas consideradas por Lopes e Carvalho (1988), enquanto que o de boro encontra-se abaixo.

TABELA 1. Resultados das análises químicas de amostras dos solos utilizados nos ensaios de Lavras e Bambuí. UFLA, Lavras-MG, 1993/95. [1]

Características	Lavras				Bambuí
	Outono/inverno 93		Seca 94	Outono/ inverno 94	Outono/ inverno 96
	Convencional	Fertirrigação			
pH em água	5,1 AcM[2]	5,3 AcM	5,7 AcM	5,5 AcM	5,4 AcM
P (mg/dm^3)	10,0 B	5,0 B	8,0 B	6,0 B	1,0 B
K (mg/dm^3)	59,0 M	59,0 M	34,0 B	30,0 B	19,0 B
Ca (mmol$_c$/dm^3)	27 M	31 M	25 M	28 M	17 M
Mg (mmol$_c$/dm^3)	06 M	04 B	06 M	04 B	05 B
Al (mmol$_c$/dm^3)	01 B	01 B	01 B	01 B	03 B
H+Al (mmol$_c$/dm^3)	36 M	32 M	26 M	26 M	40 M
S (mmol$_c$/dm^3)	35 M	37 M	32 M	33 M	22 M
t (mmol$_c$/dm^3)	36 M	38 M	33 M	34 M	23 B
T (mmol$_c$/dm^3)	71 M	69 M	58 M	59 M	62 M
m (%)	3,0 B	3,0 B	3,0 B	3,0 B	4,0 B
V (%)	49,0 B	53,0 M	55,0 M	56,0 M	36,0 B
Carbono (%)	___	___	1,2 M	1,5 M	1,5 M
Mat. Orgânica(%)	___	___	2,1 M	2,6 M	2,6 M

[1] Análises realizadas no laboratório do Departamento de Ciências do Solo da Universidade Federal de Lavras (DCS/UFLA).

[2] AcM= acidez média, M= teor médio, B= teor baixo

3.2 Clima

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 910 m acima do nível do mar (FAO, 1985). As médias anuais de temperatura, umidade relativa e precipitação pluviométrica são de, respectivamente, 19,3°C, 77,7% e 1411mm (Brasil, 1969; FAO, 1985). Nas Figuras 1, 2 e 3 encontram-se resumidas as principais ocorrências climáticas durante a condução dos ensaios de Lavras.

O município de Bambuí situa-se na região mineira do Alto São Francisco, a 20°00' de latitude sul e 45°59' de longitude oeste, numa altitude média de 660 m acima do nível do mar. As médias anuais de temperatura, umidade relativa e precipitação pluviométrica são de, respectivamente, 20,7°C, 80% e 1426mm (Brasil, 1969; FAO, 1985). A Figura 4 resume as principais variações climáticas ocorridas no período de condução do ensaio naquela localidade.

Com relação as figuras 1, 2, 3 e 4, observou-se que as temperaturas obtidas encontraram-se no intervalo citado por Arruda, Tubelis e Nascimento (1980), em que valores ótimos para o feijoeiro estão entre 18 e 30°C, sendo que valores superiores prejudicam a frutificação e os inferiores retardam o desenvolvimento das plantas. A temperatura média ideal para todo o ciclo vegetativo seria de 21°C.

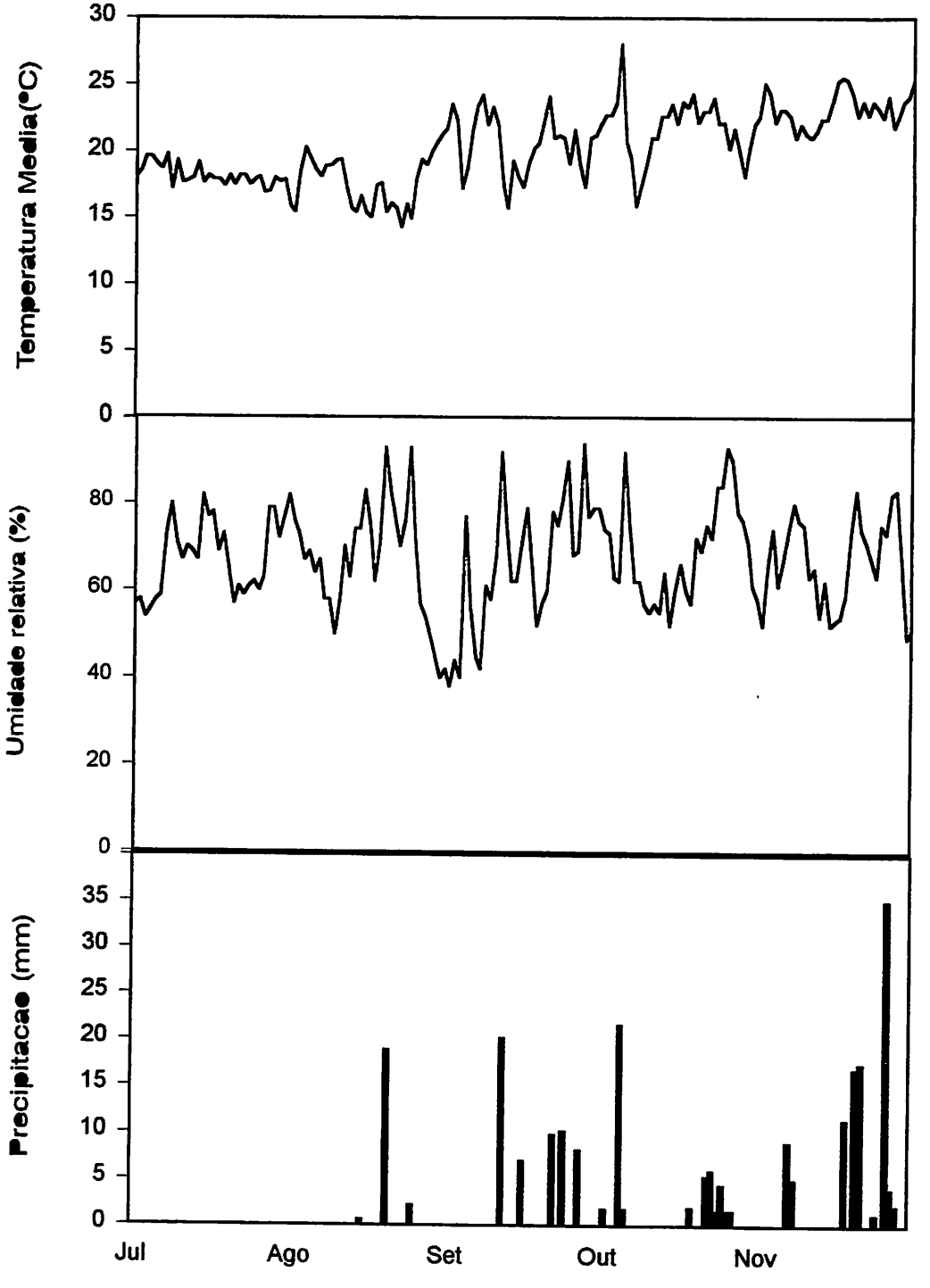


FIGURA 1. Variação diária da temperatura média, umidade relativa do ar e precipitação pluviométrica no período de julho a novembro de 1993. UFLA, Lavras-MG, 1997.

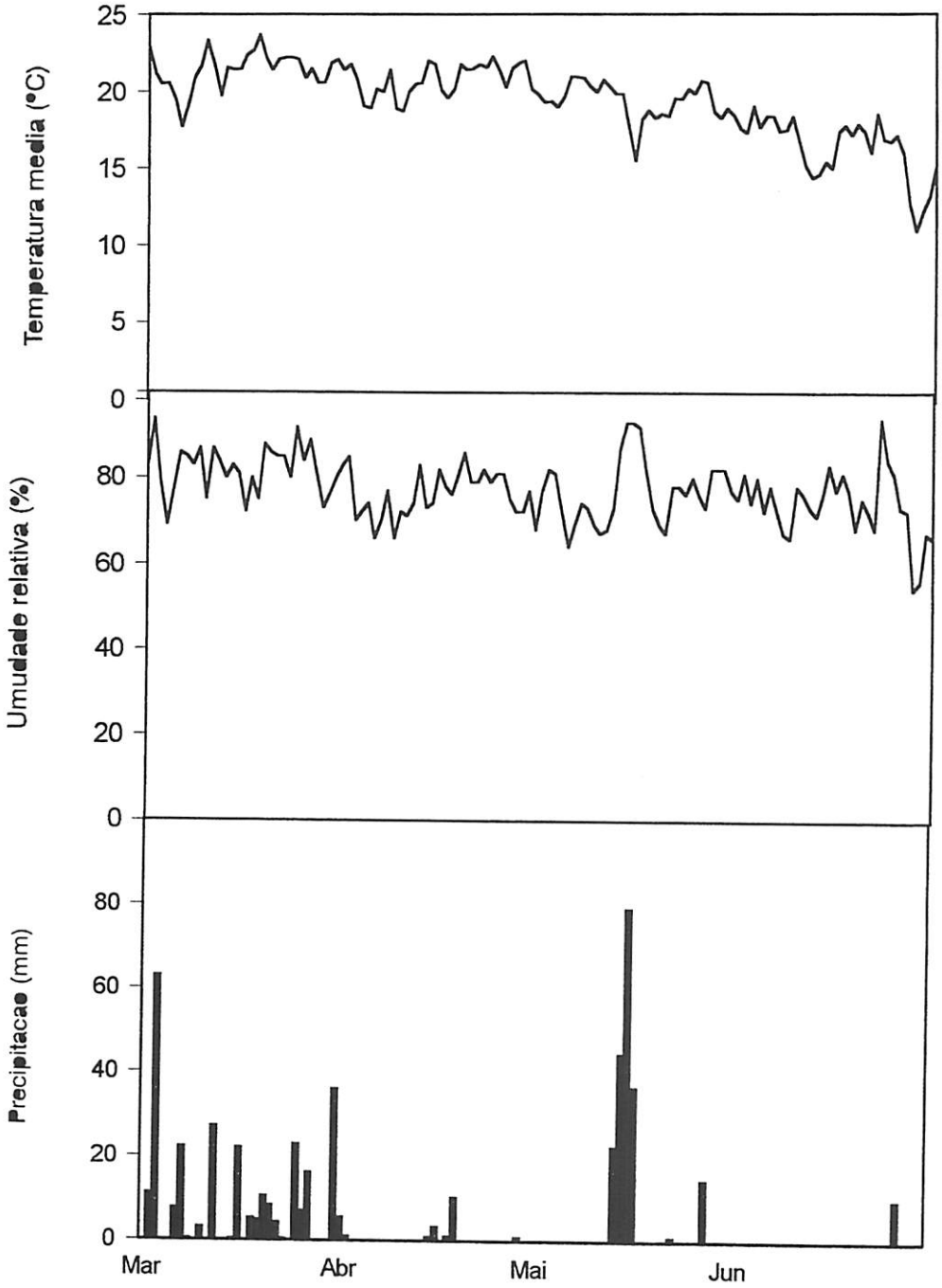


FIGURA 2 - Variação diária da temperatura média, umidade relativa do ar e precipitação pluviométrica no período de março a junho de 1994. UFLA, Lavras-MG, 1997.

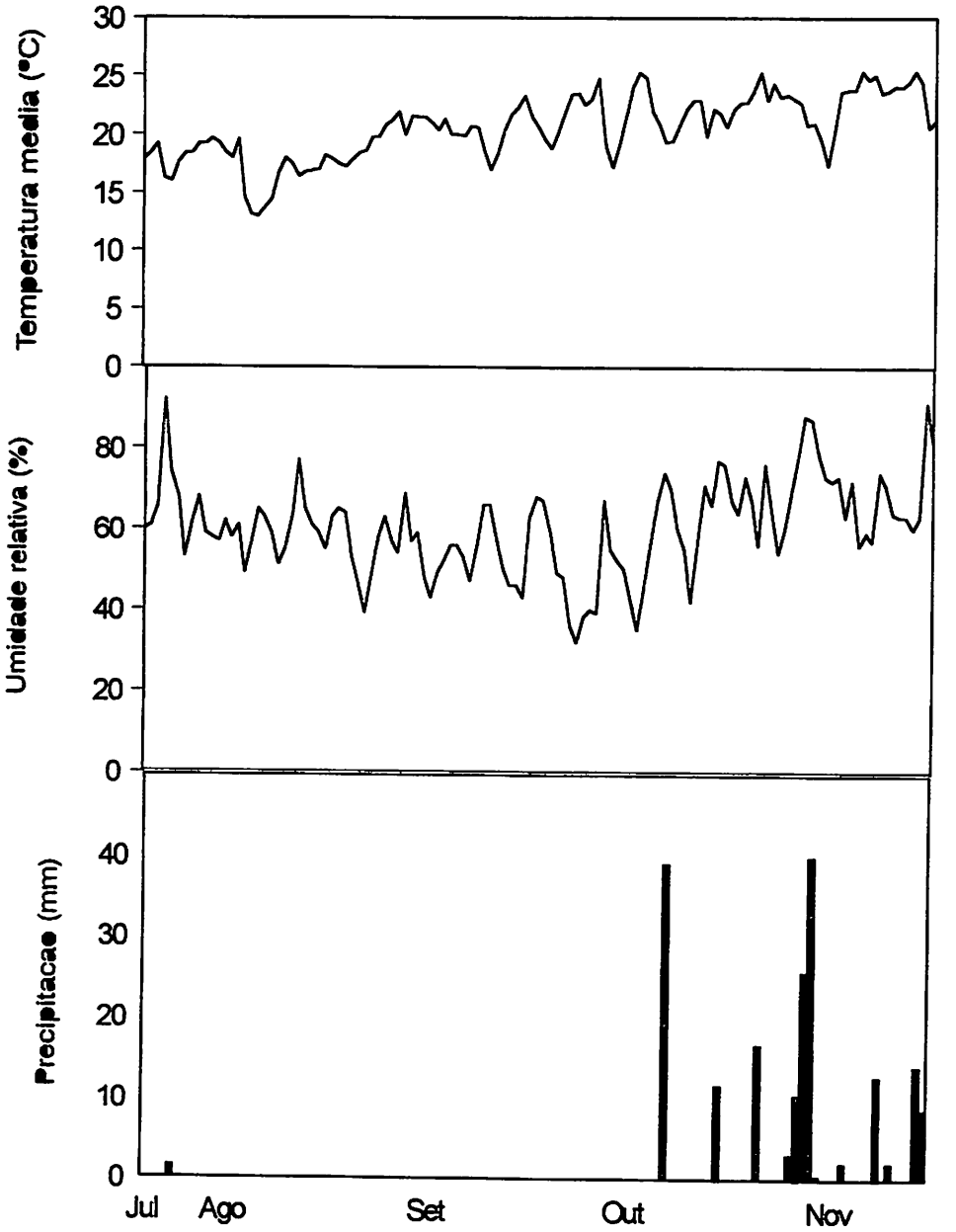


FIGURA 3. Variação diária da temperatura média, umidade relativa do ar e precipitação pluviométrica no período de julho a novembro de 1994. UFLA, Lavras-MG, 1997.

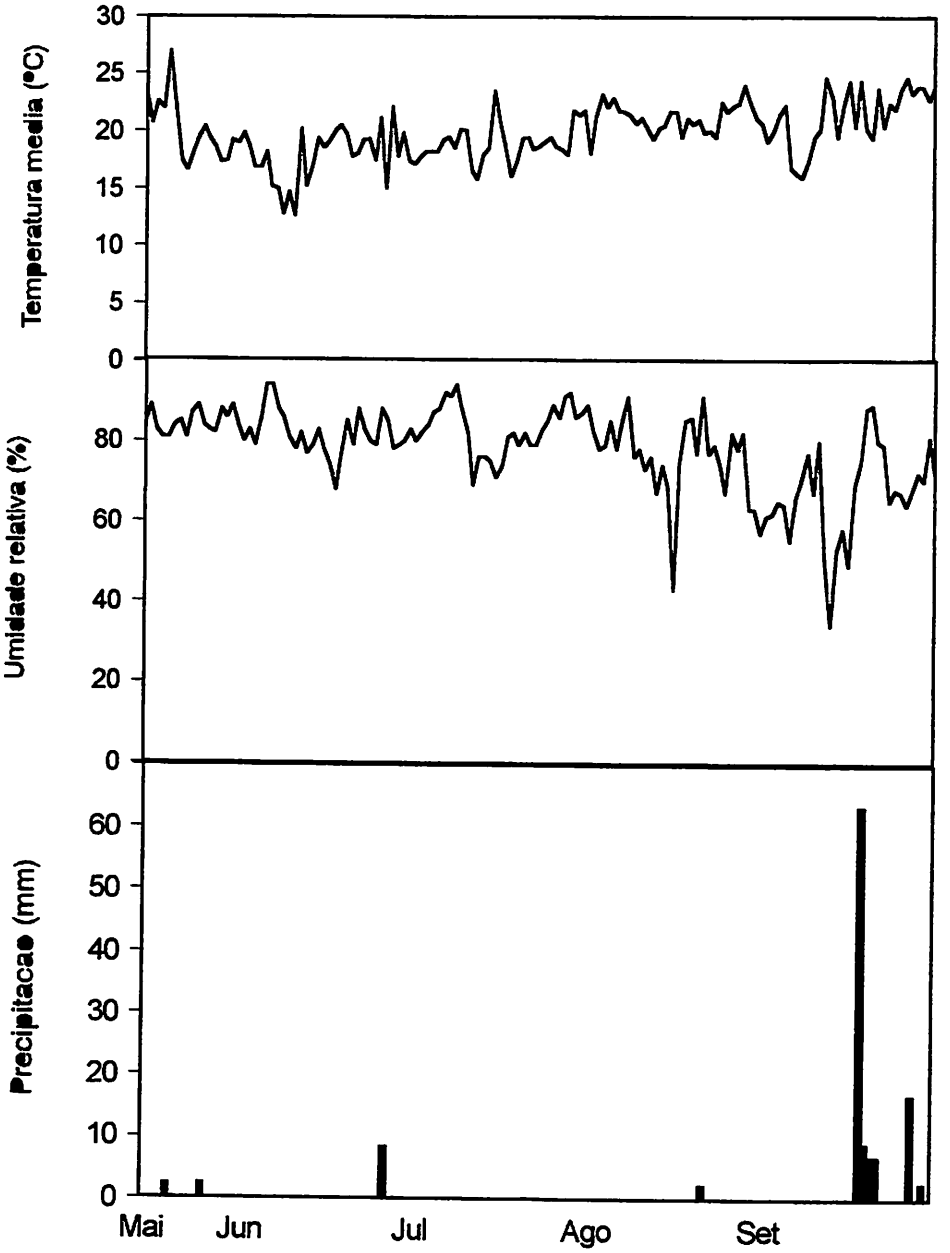


FIGURA 4. Variação diária da temperatura média, umidade relativa do ar e precipitação pluviométrica no período de maio a setembro de 1995. UFLA, Lavras-MG, 1997. (Dados gentilmente cedidos pela Estação Meteorológica de Bambuí-MG).

3.3 Safra outono-inverno 1993

Os dois ensaios conduzidos nesta safra (parcelamento da adubação potássica convencional e via água de irrigação) foram implantados em áreas contíguas, utilizando-se a cultivar Carioca-MG proveniente do programa de melhoramento do feijoeiro da UFLA e que apresenta grãos do tipo "carioca" (bege com estrias marrons), crescimento indeterminado e porte ereto com guias curtas (Andrade, Abreu e Ramalho, 1992), o que determina um hábito de crescimento do tipo II (CIAT, 1978).

O preparo das áreas constou de uma pré-incorporação de restos culturais de milho com o emprego de uma grade pesada e, posteriormente, de uma aração com arado de discos, seguida de duas gradagens leves para destorroamento e nivelamento do terreno. Em ambos os ensaios, adotou-se o espaçamento de 0,5m entre linhas e a densidade de semeadura de 15 sementes por metro. Na semeadura foi utilizado, misturado ao fertilizante, o inseticida granulado sistêmico forate, na base de 15 kg do produto comercial Granutox por hectare.

Os ensaios foram conduzidos sob irrigação por aspersão convencional, com aplicação de lâmina aproximada de 20 mm de água a cada quatro dias. A linha de irrigação era constituída por aspersores Asbrasil, modelo ZAD 30 de dois bocais com diâmetro de 3,8 mm, raio de alcance de 12,6 m, vazão de 1,62 m^3/h sob pressão de serviço de 250 Kpa.

Para manutenção das áreas livres da concorrência de plantas invasoras, foram realizadas duas capinas, uma aos 25 e outra aos 35 dias após emergência (DAE). Não foram registrados quaisquer problemas fitossanitários que demandassem algum tipo de tratamento.

3.3.1 Parcelamento da adubação potássica convencional

A semeadura foi realizada no dia 29/07/93, sendo as adubações nitrogenada e fosfatada utilizadas na base de 20 kg de N e 90 kg de P_2O_5 por hectare (Comissão..., 1989), empregando-se como fontes o sulfato de amônio e o superfosfato simples.

O delineamento experimental foi o de blocos casualizados com seis tratamentos (Tabela 2) e quatro repetições, sendo cada parcela constituída por quatro linhas de 5 m de comprimento (10 m^2 de área total), considerado-se úteis as duas linhas centrais (5 m^2 de área útil).

A primeira irrigação foi realizada na mesma data da semeadura, ocorrendo a emergência (50% das plântulas) em 07/08/93. A adubação nitrogenada em cobertura foi realizada aos 23 DAE, com o emprego de 30 kg de N/ha, fonte uréia, distribuída manualmente em filete ao lado das fileiras de feijão.

A primeira cobertura potássica foi realizada aos 25 DAE e a segunda aos 50 DAE, de forma convencional, ou seja, distribuindo-se o fertilizante (no caso, cloreto de potássio) manualmente, em filete ao lado das linhas de plantio.

A colheita foi realizada em 15/11/93 pelo sistema de arranquio manual, sendo as plantas levadas ao terreiro para secagem ao sol. Foram avaliados o estande final (número de plantas na área útil da parcela), o rendimento de grãos (peso total de grãos na área útil da parcela, corrigido para 13% de umidade e expresso em kg/ha), os componentes do rendimento (número médio de vagens por planta, número médio de grãos por vagem e peso médio de cem sementes

determinados em amostra de dez plantas tomadas ao acaso na área útil da parcela) e o índice de colheita, ou seja, relação peso de grãos/(peso de grãos + peso da palhada).

TABELA 2. Tratamentos empregados nos ensaios do outono-inverno/93. UFLA, Lavras-MG, 1997.

Tratamento	Adubação potássica (kg K_2O/ha)		
	Plantio	1ª cobertura	2ª cobertura
1	0	0	0
2	45 *	0	0
3	30	15	0
4	15	30	0
5	15	15	15
6	45	15	0

* Correspondentes à recomendação da Comissão... (1989), para solos com teor médio de potássio.

3.3.2 Parcelamento da adubação potássica via água de irrigação

O ensaio foi semeado em 28/07/93, utilizando-se a mesma adubação de plantio do ensaio descrito anteriormente. Como a primeira irrigação somente foi realizada em 05/08/93, a emergência ocorreu em 14/08/93. A adubação nitrogenada em cobertura, nos mesmos moldes do outro ensaio desta safra, foi realizada aos 19 DAE.

Utilizou-se o delineamento experimental de blocos casualizados com duas repetições, envolvendo seis tratamentos de adubação potássica (Tabela 2) e seis posições das parcelas a partir

da linha de fertirrigação, conforme será visto mais adiante. Cada parcela útil, neste caso, foi constituída pelos 2m centrais das duas linhas de cada posição, perfazendo 2 m^2 (1m x 2m), conforme Figura 5.

As aplicações do fertilizante potássico (cloreto de potássio) em cobertura, aos 32 DAE (primeira) e 50 DAE (segunda), nas doses constantes da Tabela 2, foram realizadas com a utilização de um aplicador portátil de produtos químicos e fertilizantes construído de acordo com Costa e Brito (1988) e apresentado esquematicamente na Figura 6. Em cada aplicação, quantidades adequadas de cloreto de potássio eram previamente diluídas e passadas em peneira fina, para então serem colocadas no recipiente do aplicador; após a abertura dos registros do equipamento, a água da rede de irrigação circulava no recipiente e arrastava totalmente a solução inicial em 10 minutos (Costa e Brito, 1988). Para que fosse aplicada a dose estabelecida, esta operação efetuava-se isoladamente para cada tratamento e repetição, ou seja, durante a fertirrigação somente funcionava um aspersor de cada vez. A fim de se evitar deriva e sobreposição dos tratamentos, foi empregado um aspersor setorial de 90° (Figura 5).

Considerando que as quantidades de fertilizante aplicadas seguem a mesma distribuição de água conforme constatou Sousa (1994) trabalhando com o mesmo equipamento, e devido ao fato de se utilizar apenas um aspersor na aplicação (sem sobreposição), adotou-se uma faixa distinta (Gomes, 1990) para cada dose de potássio aplicada, ou seja, para cada posição em relação à linha de fertirrigação. Desta forma, verifica-se pela Figura 5, que o esquema experimental utilizado, devido a dificuldade de aleatorização, foi sistemático para o efeito de "posição". Na posição nº1

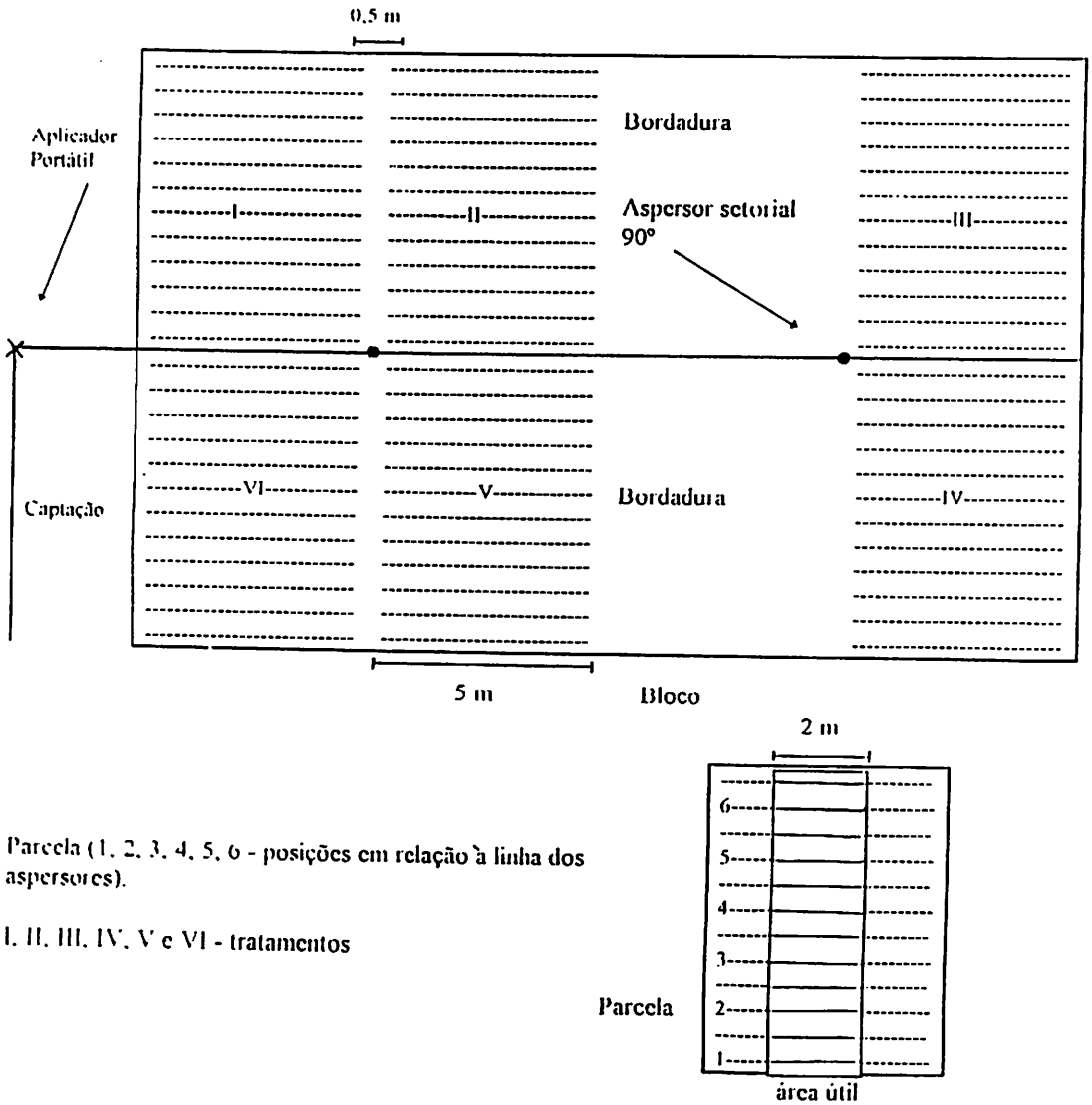
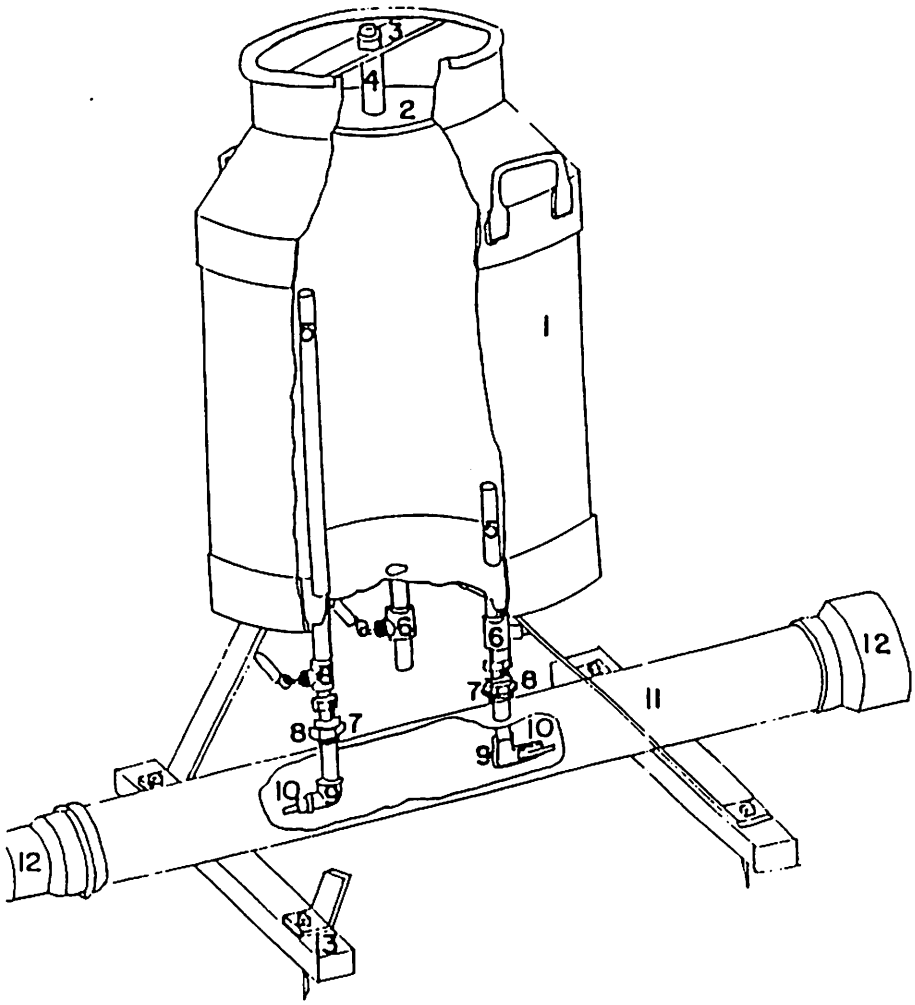


FIGURA 5. Diagrama com detalhes de um bloco e da parcela experimental do ensaio de fertirrigação, outono-inverno 1993. UFLA, Lavras-MG, 1997.



1. Latão de leite
2. Chapa metálica
3. Bujão
4. Luva
5. Cano galvanizado
6. Registro (esfera)
7. Luva de união
8. Nipel
9. Joelho
10. Tubo Pitot
11. Tubo de aço zincado
12. Engate rápido
13. Base metálica

FIGURA 6. Aplicador portátil de produtos químicos e fertilizantes via água de irrigação (Costa e Brito, 1988).

estavam sempre as duas linhas mais próximas do aspersor, enquanto que na nº6 estavam as duas mais distantes.

Por ocasião da colheita (em 12/11/93), foram avaliadas as mesmas características do ensaio de adubação convencional. Posteriormente, determinou-se ainda os teores de alguns macro e micronutrientes no grão através de digestão nitroperclórica seguida de determinação no extrato. O fósforo foi determinado por colorimetria, o potássio por fotometria de chama, o enxofre por turbidimetria e o cálcio, magnésio, cobre, manganês e zinco por espectrofotometria de absorção atômica.

3.4 Safra seca 1994

O preparo do solo, que se encontrava em pousio há um ano, foi semelhante ao da safra anterior.

O delineamento experimental utilizado foi o de blocos casualizados com três repetições e esquema fatorial 5 x 4 envolvendo cinco cultivares (Tabela 3) e quatro tratamentos relacionados à adubação potássica (testemunha sem potássio, 45 kg de K_2O no plantio, 30 kg de K_2O no plantio + 15 kg de K_2O em cobertura aos 30 DAE e 45 kg de K_2O no plantio + 15 kg de K_2O em cobertura).

Adotou-se o espaçamento de 0,5 m entre fileiras e a densidade de 15 sementes por metro. Cada parcela teve uma área total de 10 m^2 (quatro linhas de 5m de comprimento) e área útil de 5m^2 (duas linhas centrais).

TABELA 3. Cultivares de feijão utilizadas e algumas de suas características. UFLA, Lavras-MG, 1997[1].

Cultivar	Origem	Tipo de grão	Hábito de crescimento	Outras características
Ouro Negro	Honduras 35 (Honduras)	Preto	Tipo III (prostrado)	Ciclo normal, boa capacidade de fixação simbiótica, resistência a ferrugem e antracnose, tolerância ao frio.
Roxo 90	ESAL 572 (UFLA)	Roxo	Tipo II (ereto)	Ciclo normal
Carioca-MG	ESAL 589 (UFLA)	Carioca	Tipo II (ereto)	Ciclo normal, resistente ao mosaico comum e antracnose[2].
Ouro (Emgopa201 Ouro)	A 295 (CIAT)	Jalinho	Tipo II (ereto)	Ciclo normal, resistente à antracnose, ferrugem e mosaico comum.
Jalo ESAL	ESAL 550	Jalo	Tipo III (prostrado)	Precoce

[1] Fonte: Informativo... (1996).

[2] Resistência a antracnose devido à presença do gene Are.

A adubação fosfatada foi realizada totalmente no plantio (90 kg P_2O_5/ha, fonte superfosfato simples), juntamente com 20 kg N/ha (fonte sulfato de amônio), e foi idêntica para todos os tratamentos. A semeadura ocorreu em 28/03/94 e, misturado ao fertilizante de plantio, foi aplicado o inseticida Forate, na base de 15 kg do produto comercial Granutox por hectare, para prevenção de pragas iniciais da cultura.

A emergência das plântulas ocorreu em 15/04/94 e uma única capina manual foi realizada aos 15 DAE. A adubação nitrogenada em cobertura (30 kg N/ha, fonte sulfato de amônio) foi feita aos 25 DAE. A cultura recebeu irrigação complementar por aspersão convencional, utilizando-se o mesmo equipamento descrito para os ensaios da safra anterior.

A colheita da cultivar Jalo foi realizada em 24/06/94 e a das demais cultivares em 30/06/94, quando foram determinados o estande final, o rendimento de grãos e os componentes do rendimento, da forma mencionada para os ensaios anteriores.

3.5 Safra outono-inverno 1994

Antes do preparo convencional do solo que constou de uma aração e três gradagens leves, foi previamente realizada uma pré-incorporação dos restos culturais da cultura anterior (milho). Desta vez, o delineamento experimental também foi em blocos ao acaso com três repetições e esquema fatorial 5 x 4. Entretanto, além das cinco cultivares (Tabela 3), foram empregadas quatro doses de K_2O, aplicadas totalmente no plantio (0, 40, 80 e 120 kg K_2O/ha).

O espaçamento entre fileiras e os detalhes das parcelas foram os mesmos indicados para o ensaio da seca 94, mas a densidade de semeadura foi de 18 sementes por metro. A semeadura se deu em 28/07/94 e a emergência das plântulas em 13/08/94. A adubação de plantio constou do emprego de 20 kg N e 120 kg P_2O_5 por hectare, empregando-se as fontes sulfato de amônio e superfosfato simples, adicionadas de 15 kg/ha do inseticida granulado sistêmico Forate (Granutox).

Realizou-se, ainda, uma capina a enxada aos 15 DAE e uma cobertura nitrogenada (30 kg N/ha, fonte sulfato de amônio) aos 25 DAE. A cultura foi conduzida sob irrigação por aspersão convencional com o equipamento descrito para a safra outono-inverno 93, com turno de rega de quatro dias e lâmina aproximada de 20mm/ irrigação.

Foram avaliados o estande final, o rendimento de grãos e os seus componentes, da forma já descrita.

3.6 Safra outono-inverno 1995

Conforme já mencionado, o ensaio desta safra foi instalado em área de produção comercial da cultivar Carioca sob pivô central no município de Bambuí-MG (Fazenda Bela Vista). Após a calagem, que foi realizada com a aplicação de uma tonelada de calcário dolomítico + 0,5 tonelada de calcário calcinado por hectare, a área do pivô foi submetida a uma gradagem pesada para incorporação do calcário e dos restos de cultura, sendo a seguir realizada uma gradagem leve para destorroamento e nivelamento do terreno.

A infestação por invasoras foi prevenida com a aplicação do herbicida trifluralina em pré-plantio incorporado, na base de três litros do produto comercial Treflan por hectare. A aplicação foi feita com pulverizador de barra, com um volume de calda de aproximadamente 250 litros/ha.

Por ocasião da semeadura da área comercial, a qual ocorreu na segunda quinzena do mês de maio/95, foi reservada a área necessária à implantação do ensaio, que se deu dez dias após.

O delineamento experimental foi o de blocos casualizados com três repetições, em esquema de parcelas subdivididas. Nas parcelas foram estudadas quatro doses de K no plantio (0, 40, 80 e 120 kg K_2O/ha) e, nas subparcelas, duas doses de K em cobertura via água de irrigação aos 21 DAE (0 e 18 kg K_2O/ha). A fonte de K utilizada foi o cloreto de potássio.

Utilizou-se o espaçamento de 50 cm entre fileiras e a densidade média de 12 plantas por metro. Cada parcela foi constituída por oito linhas de 5 m de comprimento (20 m^2) e cada subparcela por 4 linhas de 5 m de comprimento (10 m^2 de área total e 5 m^2 de área útil), conforme Figura 7.

As adubações fosfatada e nitrogenada de plantio, aplicadas juntamente com a dose correspondente de K, constaram do emprego de 120 kg P_2O_5 + 20 kg N por hectare (superfosfato simples e sulfato de amônio, respectivamente) em todos os tratamentos. O ensaio recebeu ainda as seguintes aplicações de fertilizantes, em área total do pivô:

a) aos 16 DAE - 50 kg/ha de sulfato de amônio + 1 kg/ha de ácido bórico + 2 kg/ha de sulfato de manganês (fertirrigação).

b) aos 24 DAE - 30 kg/ha de uréia + 10 kg/ha de MAP + 2 kg ácido bórico + 3 kg/ha de sulfato de manganês (fertirrigação).

c) aos 25 DAE - 120 g/ha de molibdato de sódio (adubação foliar via pulverizador de barra).

A aplicação da cobertura potássica, cujas doses foram estudadas nas subparcelas, também foi realizada via pivô central, em área comercial que previa uma aplicação de 18 kg K_2O/ha aos 20 DAE. Na realidade a aplicação foi realizada um dia após o programado, portanto, aos 21 DAE. Para a obtenção da dose 0 kg K_2O/ha, as subparcelas correspondentes foram cobertas com plástico preto durante a fertirrigação que, por sua vez, atingiu normalmente as subparcelas não protegidas.

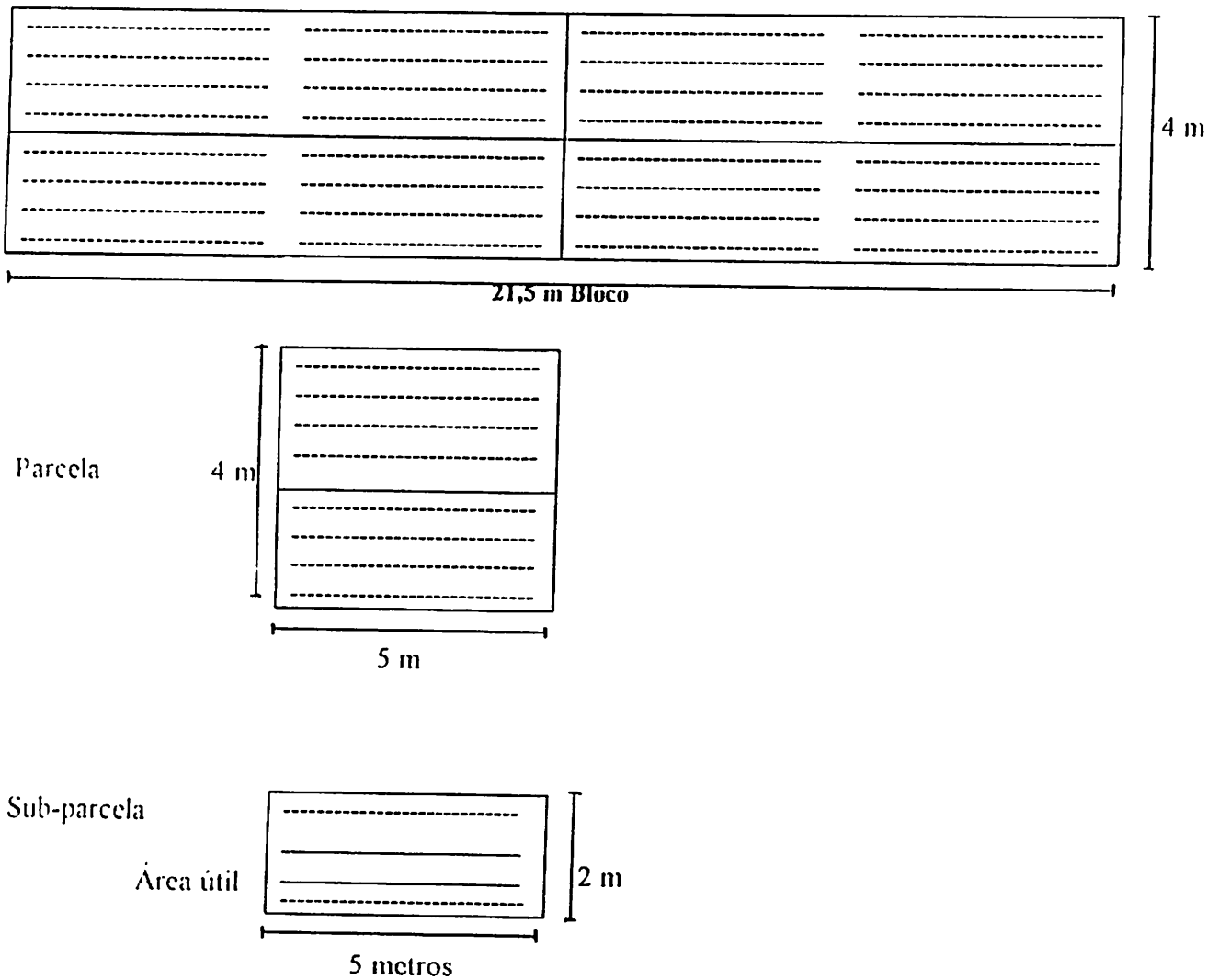


FIGURA 7. Diagrama com detalhes de um bloco e da parcela experimental do ensaio sob pivô central, em Bambuí-MG, 1995. UFLA, Lavras-MG, 1997.

As características avaliadas foram as mesmas dos dois últimos ensaios, ou seja, o estande final e o rendimento de grãos e os seus componentes (número de vagens por planta, número de grãos por vagem e peso médio de cem sementes).

3.7 Análise estatística

Todos os dados foram inicialmente submetidos à análise de variância. No caso das características em que o teste F mostrou-se significativo, foi aplicado o teste Tukey para comparação das médias (Gomes, 1990).

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Safra outono-inverno 1993

4.1.1 Parcelamento da adubação potássica convencional

Um resumo da análise de variância dos dados é apresentado na Tabela 4, onde se observa que todas as características foram estimadas com uma boa precisão experimental, já que os valores do coeficiente de variação foram semelhantes ou inferiores aos normalmente obtidos na região com a cultura do feijoeiro (Abreu et al., 1994). O teste F, entretanto, não demonstrou efeito significativo dos tratamentos sobre quaisquer características estudadas.

TABELA 4. Resumo da análise de variância (quadrados médios) dos dados relativos ao ensaio de parcelamento da adubação potássica convencional, no outono-inverno 1993. UFLA, Lavras-MG, 1997.

Fontes de variação	Graus de liberdade	Rendimento de grãos(kg/ha)	Vagens por planta	Grãos por vagem	Peso cem grãos (g)	Estande final	Índice de colheita
Bloco	3	31384,3557	1,6671	0,6012	3,8659	47,7083	0,0006
Tratamento	5	42186,5676	1,0574	0,2704	2,2234	19,2417	0,0003
Resíduo	15	35420,0000	2,9414	0,7369	3,2856	87,6417	0,0004
C. V. %		11,92	18,38	17,41	9,70	7,15	3,36

Na Tabela 5 estão os valores médios das características avaliadas em função dos tratamentos, bem como as médias gerais obtidas no ensaio. O rendimento médio de grãos foi de 1660 kg/ha e, apesar de superior à produtividade média nacional (616 kg/ha em 1994, segundo Fundação Getúlio Vargas, 1995), ficou bem próximo da produtividade mineira na safra outono-inverno (1747 kg/ha em 1993, de acordo com Moura, Paiva e Resende, 1994).

Os valores médios apresentados na Tabela 5 mostram que no presente ensaio a adubação potássica não interferiu no rendimento de grãos e em qualquer dos seus componentes. Não houve diferença significativa entre as médias obtidas significando que, nas condições prevalescentes no ensaio, a ausência de potássio (tratamento 1) permitiu produtividade equivalente àquelas obtidas com o emprego da recomendação oficial para Minas Gerais (tratamento 2) ou mesmo com o uso de uma sobredose de potássio em cobertura (tratamento 6). Estes resultados estão, provavelmente, relacionados com o teor de potássio no solo (59 mg/dm^3 ,tabela 1) pois, de acordo com Parra (1989) e Silveira e Damasceno (1993), quando o solo apresenta de 50 a 60 mg/dm^3 de K, normalmente não se obtém resposta à aplicação do nutriente. É interessante lembrar ainda que, quase sempre, o objetivo de se recomendar a adubação potássica em situações de solo com médio ou alto teor de potássio (portanto com boa disponibilidade para a cultura) tem sido o de se evitar um futuro esgotamento do solo (Rosolem, 1986), em função da grande extração (Bastos, 1990; El-Husny, 1992).

Vale a pena ressaltar que os valores médios do estande final foram muito próximos e também não diferiram significativamente. Este fato é relevante, pois segundo alguns autores (Moraes, 1988; Silveira e Damasceno, 1993), o principal argumento para freqüentes quedas de

TABELA 5. Valores médios de características do feijoeiro, cultivar Carioca-MG, no ensaio de parcelamento da adubação potássica convencional, no outono-inverno 1993. UFLA, Lavras-MG, 1997.

Tratamento[1] N.°	kg K_2O/ha	Rendimento de grãos (kg/ha)	Vagens por planta	Grãos por vagem	Peso cem grãos (g)	Estande final ($5m^2$)	Índice de colheita
1	0+0+0	1740	9,5	5,0	18,37	132	0,56
2	45+0+0	1830	9,8	4,8	19,49	130	0,57
3	30+15+0	1560	9,6	4,4	19,72	127	0,56
4	15+30+0	1580	8,7	5,0	17,86	133	0,55
5	15+15+15	1620	8,7	5,0	18,36	131	0,55
6	45+15+0	1650	9,6	5,2	18,27	130	0,57
Média geral		1660	9,3	4,9	18,68	131	0,56

[1]kg de K_2O/ha, no plantio e em 1ª e 2ª coberturas, respectivamente (Tabela 2)

rendimento observadas com o emprego do cloreto de potássio tem sido o efeito salino do fertilizante sobre as sementes, o que pode reduzir a sua germinação e emergência. No presente ensaio, observa-se (Tabela 5) que o emprego da maior dose no plantio, 45 kg/ha, proporcionou estande final que não diferiu dos demais tratamentos, inclusive da testemunha sem o fertilizante potássico.

Embora sejam creditadas ao potássio algumas funções relacionadas com maior atividade enzimática, fotossintética e de transporte de assimilados (D'Alejandro, 1986; Faquin, 1994; Malavolta, 1980), também não foram observadas diferenças significativas entre os valores do

índice de colheita, o qual, apesar de algumas limitações apontadas por pesquisadores da área de fisiologia vegetal, pode ser tomado como uma aproximação da eficiência da cultura em produzir grãos. No presente ensaio, os valores médios do índice de colheita variaram de 55 a 57%.

4.1.2. Parcelamento da adubação potássica via água de irrigação

Na Tabela 6 é apresentado um resumo da análise de variância das características agronômicas avaliadas neste ensaio. Verifica-se, a julgar pelos valores do coeficiente de variação (C.V.%), que a precisão experimental foi similar a do outro ensaio conduzido nesta safra e compatível com a precisão normalmente obtida para aquelas características na região (Abreu et al., 1994). Ao que tudo indica , a estratégia empregada de sistematizar o efeito de "posição" foi correta, já que não afetou a precisão experimental.

Nenhuma das características foi significativamente influenciada pela fonte de variação "posição" (Tabela 6), o que significa dizer que no presente ensaio a distância das parcelas em relação ao aspersor não afetou a resposta dos feijoeiros aos tratamentos. Sousa (1994), trabalhando com esquema de campo similar na aplicação de uréia na cultura de feijão, também não encontrou efeito significativo da posição da parcela de feijão em relação ao aspersor, apesar das diferenças encontradas nas quantidades aplicadas que não foram medidas no presente ensaio.

A interação adubação x posição também não foi significativa, mas a análise de variância mostrou significância do parcelamento da adubação potássica no estande final e índice de colheita. O rendimento de grãos e seus componentes não se mostraram influenciados por nenhum dos fatores estudados (Tabela 6).

TABELA 6. Resumo da análise de variância (quadrados médios) dos dados relativos às características do ensaio de parcelamento da adubação potássica via água de irrigação, no outono-inverno 1993. UFLA, Lavras-MG, 1997.

Fontes de variação	Graus de liberdade	Rendimento de grãos	Vagens por planta	Grãos por vagem	Peso cem grãos	Estande final	Índice de colheita
Bloco	1	8115,5930	1,3339	0,0022	0,1531	450,5001	0,0084
Adubação (A)	5	6944,5805	1,8875	0,0465	2,8740	233,1141*	0,0139*
Posição (P)	5	2649,8163	5,2735	0,2866	1,6778	51,8341	0,0013
A x P	25	1245,8686	2,1686	0,1027	1,4735	104,0080	0,0023
Resíduo	35	3998,2280	2,2862	0,2528	3,2353	91,5636	0,0040
C.V %		9,95	22,93	9,69	10,01	19,06	24,14

*Significativo ao nível de 5% pelo teste F.

TABELA 7. Valores médios de características do feijoeiro, cultivar Carioca-MG, no ensaio de parcelamento da adubação potássica via água de irrigação, no outono-inverno 1993. UFLA, Lavras-MG, 1997.

Tratamento[1] N.°	kg K_2O/ha	Rendimento de grãos (kg/ha)	Vagens por planta	Grãos por vagem	Peso cem grãos (g)	Estande final ($2m^2$)[2]	Índice de colheita[2]
1	0+0+0	1610	6,6	5,0	18,46	50 a	0,65 ab
2	45+0+0	1530	5,8	5,1	18,18	53 a	0,62 b
3	30+15+0	1930	6,4	4,9	19,30	46 a	0,63 ab
4	15+30+0	2020	6,8	5,0	17,91	53 a	0,60 b
5	15+15+15	1970	6,3	5,0	18,80	55 a	0,63 ab
6	45+15+0	1490	5,8	5,0	18,65	44 a	0,70 a
Média geral		1760	6,3	5,0	18,55	50	0,64

[1] kg de K_2O/ha no plantio e em 1ª e 2ª coberturas, respectivamente (Tabela 2)
[2] Médias seguidas por letras distintas diferem ao nível de 5% pelo teste Tukey.

O comportamento do rendimento de grãos e seus componentes em relação aos tratamentos (Tabela 7) foi o mesmo observado no ensaio anterior, aplicando-se também aqui a discussão já

apresentada, ou seja, é provável que o teor de K no solo, 59 mg/dm^3 (Tabela 1), tenha sido suficiente para suprir adequadamente as plantas, de forma a não haver reflexo negativo da ausência de potássio na adubação, ou mesmo vantagem no caso da adição do nutriente. A ausência de resposta à adubação potássica tem sido comum em solos com teores de K similares ao do presente ensaio (Sobral e Mello, 1984; Parra, 1989; Silveira e Damasceno, 1993).

Apesar da significância observada na análise de variância (Tabela 6), as médias do estande final do ensaio de fertirrigação não diferiram significativamente pelo teste Tukey ao nível de 5% (Tabela 7). Da mesma forma que no ensaio de adubação potássica convencional, não se pode afirmar que o emprego da dose recomendada totalmente no plantio tenha causado redução de estande. Conforme já mencionado, um possível efeito salino de doses elevadas de cloreto de potássio tem sido apontado como causador de redução do estande em feijão (Moraes, 1988; Silveira e Damasceno, 1993).

Os valores do índice de colheita apresentaram-se ligeiramente superiores aos obtidos no ensaio já discutido (convencional) e, ao contrário daqueles, mostraram diferenças significativas em relação ao parcelamento da adubação, ainda que estas diferenças tenham sido de pequena magnitude (Tabela 7) e, talvez, desprovidas de maior importância do ponto de vista fisiológico-nutricional.

A análise de variância dos dados relativos aos teores de macro e micronutrientes nos grãos é resumida na Tabela 8. Os valores dos coeficientes de variação oscilaram entre 10,26 e 18,77%, indicando que também houve boa precisão na estimativa dos teores médios dos nutrientes. Como pode ser verificado, as fontes de variação não afetaram significativamente nenhuma das características estudadas, o que significa que os diferentes tratamentos empregados não tiveram

qualquer influência na composição mineral dos grãos, nem mesmo sobre o teor de potássio. Aparentemente, o chamado "consumo de luxo" de K - maior absorção quando a disponibilidade aumenta - aqui não ocorreu. Por se tratar de área irrigada, pode ter havido lixiviação de K, diminuindo a disponibilidade do nutriente.

Os teores médios dos macro e micronutrientes nos grãos são apresentados na Tabela 9. De acordo com dados de Oliveira e Thung (1988) e Pozzebon et al., (1996), a maioria dos valores obtidos pode ser considerada normal, exceto no que diz respeito ao S, cujos valores foram inferiores à faixa normal (0,18 a 0,40g/kg), e ao Fe, cujos valores mostraram-se algo elevados (faixa normal de 60 a 78 mg/kg). No caso do S, é possível que o teor disponível no solo original fosse baixo porque, apesar das fontes empregadas para N e P (sulfato de amônio e superfosfato simples) conterem S, os seus teores nos grãos foram baixos.

4.2 Safra seca 1994

A análise de variância (Tabela 10) não mostrou efeito significativo da adubação potássica e nem da sua interação com cultivares. Por outro lado, houve significância da fonte cultivar sobre todas as características estudadas.

Com relação à precisão experimental, observa-se que o ensaio apresentou boa precisão, o que pode ser constatado pelos valores do coeficiente de variação (Tabela 10) próximos dos normalmente obtidos na região para aquelas características (Abreu et al., 1994). À semelhança do que aconteceu nos ensaios do ano anterior, os valores médios obtidos pouco variaram em razão da adubação potássica (Tabela 11).

TABELA 8. Resumo da análise de variância (quadrados médios) dos dados relativos aos teores de nutrientes nos grãos de feijão, cultivar Carioca-MG, no ensaio de parcelamento da adubação potássica via água de irrigação, outono-inverno 1993. UFLA, Lavras-MG, 1997.

Fontes de Variação	G.L.	K	P	S	Ca	Mg	Fe	Mn	Zn	Cu
Bloco	1	0,0020	0,0091	0,000035	0,0029	0,0002	108,5847	26,5720	10,0501	0,0027
Adubação (A)	5	0,0302	0,0034	0,000795	0,0063	0,0016	307,8455	2,0756	30,1322	6,8865
Posição (P)	5	0,0341	0,0015	0,000701	0,0043	0,0010	115,6813	12,0102	21,8360	2,4308
A x P	25	0,0288	0,0018	0,000945	0,0034	0,0009	117,0162	5,6903	60,4173	2,5294
Resíduo	35	0,0236	0,0020	0,001058	0,0029	0,0007	180,8543	7,8379	35,2801	4,6298
C. V. (%)		12,42	10,26	18,77	16,03	12,94	15,25	11,28	12,99	18,200

Tabela 9. Valores médios dos teores de nutrientes nos grãos de feijão, cultivar Carioca-MG, no ensaio de parcelamento da adubação potássica via água de irrigação, outono-inverno 1993. UFLA, Lavras-MG, 1997.

Tratamento[1]		K	P	S	Ca	Mg	Fe	Mn	Zn	Cu
N.°	kg K_2O/ha			g/kg				mg/kg		
1	0+0+0	1,24	0,41	0,17	0,34	0,22	96,40	24,72	43,98	11,44
2	45+0+0	1,21	0,45	0,18	0,31	0,20	83,93	24,43	46,73	10,55
3	30+15+0	1,20	0,46	0,17	0,32	0,20	87,31	25,23	47,97	12,51
4	15+30+0	1,26	0,43	0,18	0,37	0,21	82,08	25,13	44,53	12,59
5	15+15+15	1,19	0,44	0,17	0,33	0,20	89,03	24,22	46,47	11,83
6	45+15+0	1,32	0,44	0,16	0,34	0,22	90,16	25,10	44,51	11,99
Média geral		1,24	0,44	0,17	0,33	0,02	88,15	24,80	45,70	11,82

[1]kg de K_2O/ha no plantio e em 1ª e 2ª coberturas, respectivamente (Tabela 2).

TABELA 10. Resumo da análise de variância (quadrados médios)dos dados relativos ao ensaio da seca de 1994. UFLA, Lavras-MG, 1997.

Fontes de variação	Graus de liberdade	Rendimento de grãos (kg/ha)	Vagens por planta	Grãos por vagem	Peso cem grãos (g)	Estande final
Bloco	2	56460,950	0,362	0,061	2,013	0,267
Adubação (A)	3	41499,133	3,258	0,193	17,466	599,617
Cultivar(C)	4	268341,6**	8,289**	3,382**	1725,725**	1574,942**
A x C	12	33320,967	1,993	0,109	4,385	100,464
Resíduo	38	33643,897	1,954	0,234	15,460	261,302
C.V. %		13,63	21,54	11,68	16,45	11,56

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

Apesar do nível baixo de potássio no solo (34 mg/dm^3), o rendimento de grãos na ausência da adubação potássica não diferiu significativamente daquele obtido no tratamento que recebeu as maiores doses de potássio, ainda que este último tenha apresentado certa tendência de maior produtividade (Tabela 11). Com relação aos componentes do rendimento, observa-se que os seus valores foram ainda mais próximos, independentemente do nível de adubação potássica, o mesmo ocorrendo com as médias do estande final. Esses resultados confirmam os obtidos anteriormente, que também não mostraram qualquer efeito da adubação potássica.

Ainda que o rendimento médio de grãos do presente ensaio tenha sido algo inferior ao dos ensaios anteriores, não houve acréscimo de produtividade com o emprego do potássio, mesmo na

TABELA 11. Valores médios do rendimento de grãos, número de vagens por planta, número de grãos por vagem, peso de cem grãos e estande final, em função de cultivares de feijão e parcelamento da adubação potássica, no ensaio da seca 1994. UFLA, Lavras-MG, 1997.

Tratamento	Rendimento de grãos (kg/ha)	Vagens por planta	Grãos por vagem	Peso cem grãos (g)	Estande final (5 m^2)
Cultivar [1]					
Ouro Negro	1570 a	6,9 ab	4,2 a	20,70 b	144 ab
Jalo ESAL	1430 ab	5,2 c	3,3 b	45,10 a	133 b
Roxo 90	1270 bc	6,3 abc	4,2 a	19,70 b	157 a
Carioca-MG	1260 bc	6,7 abc	4,7 a	16,70 b	137 b
Ouro	1210 c	7,3 a	4,2 a	17,10 b	128 b
Adubação [2]					
45 - 15	1410	6,8	4,0	24,90	138
30 - 15	1350	6,9	4,1	22,80	133
45 - 0	1290	6,1	4,3	23,10	139
0 - 0	1330	6,1	4,1	24,70	148
Média	1350	6,5	4,1	23,90	140

[1] Em cada coluna, médias seguidas de mesma letra não diferem entre si pelo teste Tukey ao nível de 5%.

[2] kg K_2O/ha no plantio e em cobertura aos 30 DAE, respectivamente.

dose de 45 kg K_2O no plantio mais 15 kg K_2O em cobertura (Tabela 11). O teor de potássio no solo do presente ensaio, embora menor que os da safra anterior, parece ter sido suficiente para proporcionar aos feijoeiros uma adequada disponibilidade do nutriente.

Outra hipótese, menos provável por se tratar de plantio da seca onde a irrigação foi apenas complementar, seria uma lixiviação do potássio aplicado, que poderia ter uniformizado os efeitos dos tratamentos.

Ao contrário do que ocorreu em relação à adubação potássica, as médias diferiram bastante em relação às cultivares empregadas. A cultivar mais produtiva foi a Ouro Negro (1570 kg/ha), o que confirma a boa performance apresentada por esta cultivar de feijão preto na região (Rodrigues, Andrade e Carvalho, 1996; Dutra, Silva e Andrade, 1997). Como já era esperado, a cultivar Jalo ESAL, a única do grupo manteigão, apresentou o maior peso médio de grão, que superou a 45 g/100 sementes, o que deve ter contribuído para esse genótipo tornar-se a segunda cultivar em rendimento. As cultivares Roxo 90 e Carioca-MG tiveram rendimentos inferiores, sendo a Ouro a menos produtiva, devido, entre outros fatores, ao menor tamanho de grão, e menor população de plantas (Tabela 11).

O rendimento médio do ensaio, 1350 kg/ha, foi cerca de 20% inferior aos dos ensaios anteriores (1660 a 1760 kg/ha). Certamente, esta ocorrência deu-se em função da disponibilidade de água; enquanto os dois ensaios do outono-inverno foram conduzidos sob irrigação, o da seca foi apenas submetido a irrigação complementar nos períodos de maior deficiência hídrica.

4.3. Safra outono-inverno 1994

Na Tabela 12 é apresentado o resumo da análise de variância dos dados desta safra. Observa-se que, pela primeira vez, o coeficiente de variação (CV%) ultrapassou o valor de 30%, no caso em relação ao rendimento de grãos e ao número de vagens por planta, indicando que ambas as características foram estimadas com menor precisão que nos ensaios anteriores. A precisão obtida na estimativa das demais características foi boa, com valores de CV próximos dos normalmente obtidos na região (Abreu et al., 1994).

Ainda na Tabela 12 observa-se que não foram significativos os efeitos de doses de potássio e da interação doses x cultivares. Por outro lado, o fator cultivar influenciou significativamente todas as características avaliadas, exceto o número de vagens por planta.

Os valores médios das características avaliadas no ensaio são apresentados na Tabela 13. Primeiramente é necessário considerar que, apesar do baixo nível de potássio no solo, 30 mg/dm^3 (Tabela 1), não foi observada qualquer resposta da cultura do feijão às doses do nutriente. As produtividades obtidas com as diferentes doses foram muito próximas, mesmo quando se considera a testemunha (dose zero) com a maior dose utilizada (120 kg K_2O/ha), a qual, aliás, representa o dobro da dose oficialmente recomendada (Comissão..., 1989) em situações como esta, de solos com baixo teor de potássio.

Estudando as exigências de N, P e K de cultivares de feijoeiro, Amaral et al. (1980) observaram distribuição diferenciada por classe de extração de K, classificando-as em cinco classes (50-99, 100-149, 150-199, 200-300 kg de K/ha). No caso do presente trabalho, devido ao fato de o nível inicial no solo estar alto, as exigências das cultivares foram supridas, não evidenciando respostas diferenciadas.

TABELA 12. Resumo da análise de variância (quadrados médios) dos dados relativos ao ensaio outono-inverno de 1994. UFLA, Lavras-MG, 1997.

Fontes de variação	Graus de liberdade	Rendimento de grãos	Vagens por planta	Sementes por vagem	Peso cem sementes	Estande final
Bloco	2	643195,86	2,498	0,728	1,107	780,45
Cultivar(C)	4	398034,76*	16,912	4,721**	518,47**	1929,60**
Doses (D)	3	207129,42	1,751	0,4937	5,472	201,55
C x D	12	143920,58	2,303	0,3731	2,223	288,66
Resíduo	38	130099,20	4,497	0,2430	2,277	283,17
CV %		31,09	30,66	11,80	6,84	11,49

* Significativo ao nível de 5% pelo teste F.

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

TABELA 13. Valores médios de rendimento de grãos, número de vagens por planta, número de grãos por vagem, peso de cem grãos e estande final, em função de cultivares de feijão e doses de potássio, no outono-inverno 94. UFLA, Lavras-MG, 1997.

Tratamento	Rendimento de grãos (kg/ha)	Vagens por planta	Sementes por vagem	Peso cem sementes(g)	Estande final ($5m^2$)
Cultivar: [1]					
Ouro Negro	1460 a	7,6 a	4,3 a	22 b	168 a
Carioca-MG	1140 ab	7,4 a	4,8 a	20 c	139 b
Roxo 90	1130 ab	6,9 ab	4,3 a	18 cd	148 ab
Jalo ESAL	1090 ab	4,9 b	3,1 b	33 a	136 b
Ouro	970 b	7,8 a	4,4 a	17 d	141 b
Potássio: (kg K_2O/ha)					
40	1260	6,9	4,3	22	147
80	1060	6,5	4,0	21	150
120	1060	6,7	4,0	22	146
0	1260	7,3	4,3	22	141
Média	1160	6,9	4,2	22	146

[1] Em cada coluna, médias seguidas de mesma letra não diferem pelo teste Tukey ao nível de 5%.

Conforme já mencionado, a freqüência de resposta à adubação potássica tem sido realmente baixa (Malavolta, 1972; Vieira, 1983), mas tende a aumentar quando o solo apresenta teores inferiores a 50 ppm (Parra, 1989; Silveira e Damasceno, 1993), como no caso presente. É preciso considerar, entretanto, que o nível de produtividade obtido neste ensaio (1160 kg/ha) foi relativamente baixo (apesar de conduzido sob irrigação), o que não teria caracterizado uma extração muito elevada de potássio (Moraes, 1988; Andrade e Ramalho, 1995; Rosolem, 1996), principalmente se comparada a produtividades da ordem de 3 toneladas de grãos relatadas com freqüência em áreas irrigadas no outono-inverno. É provável que algum outro fator tenha limitado o rendimento de grãos nesta safra, que se esperava fosse mais elevado, já que cuidado especial havia sido tomado, por exemplo, com relação à adubação fosfatada, com o emprego de 120 kg P_2O_5/ha. É possível que um dos fatores determinantes do baixo rendimento tenha sido uma parcial dificuldade de se fazer um manejo mais adequado da irrigação por ocasião do enchimento de grãos, quando baixou demasiadamente o nível da represa de captação de água e aumentou a demanda de água na área experimental onde se encontrava o ensaio. Nota-se que, em relação ao ensaio anterior, o peso de cem sementes caiu de 24 para 22 g (cerca de 10%) no presente ensaio.

Deve ser ainda mencionado que não foi detectado qualquer efeito das doses de potássio sobre a população de plantas, mesmo no caso do emprego de 120 kg K_2O/ha totalmente aplicados no plantio, descartando a possibilidade de que tenha ocorrido algum efeito salino do cloreto de potássio sobre a germinação ou emergência dos feijoeiros, conforme relatado por diversos autores (Vieira e Gomes, 1961; Braga, 1972; Silveira e Damasceno, 1993).

Por se tratar de ensaio conduzido sob irrigação e sem limitação de água até por volta dos 60 DAE, pode ser levantada ainda a hipótese de que tenha havido no solo alguma lixiviação do K

aplicado; neste caso, a menor disponibilidade de K explicaria tanto a falta de resposta ao nutriente como a não existência de efeito fitotóxico durante a germinação e emergência.

No que diz respeito ao comportamento das cultivares, novamente a Ouro Negro se mostrou mais produtiva (1460 kg/ha), confirmando os resultados do ensaio anterior e os de outros ensaios conduzidos na região de Lavras (Rodrigues, Andrade e Carvalho, 1996; Dutra, Silva e Andrade, 1997) e indicando que foi adequada a sua recomendação para uso extensivo no Estado de Minas Gerais (Informativo..., 1996). Ainda com relação à Ouro Negro, verifica-se que praticamente todos os seus componentes do rendimento, assim como o estande final, pareceram contribuir para a obtenção da maior produtividade (Tabela 13), ou seja, esta cultivar foi superior em todas as características avaliadas, exceto peso de cem sementes, cujo maior valor foi apresentado pela cv. Jalo ESAL, do grupo manteigão.

As cultivares Carioca-MG, Roxo 90 e Jalo ESAL apresentaram comportamento intermediário, com rendimentos de grãos da ordem de 1090 a 1140 kg/ha, enquanto a Ouro, à semelhança do ensaio anterior, foi a menos produtiva (970 kg/ha). Esta última cultivar, apesar do ótimo porte e boa resistência a manchas foliares (Informativo..., 1996), tem apresentado menor rendimento de grãos que as demais (Rodrigues, Andrade e Carvalho, 1996).

4.4. Safra outono-inverno 1995

O resumo da análise de variância dos dados desta safra mostrado na Tabela 14 indica que não houve significância das fontes de variação em relação a nenhuma das características avaliadas

TABELA 14. Resumo da análise de variância (quadrados médios) dos dados relativos ao ensaio de Bambuí-MG, no outono-inverno 1995. UFLA, Lavras-MG, 1997.

Fontes de variação	Graus de liberdade	Rendimento de grãos	Vagens por planta	Sementes por vagem	Peso cem sementes	Estande final
Bloco	2	27994,9527	0,5817	0,1517	0,0765	118,1667
K plantio (Kp)	3	99595,7464	1,3578	0,5590	0,7900	83,0417
Resíduo (a)	6	109835,6270	1,2794	0,1797	0,5885	21,8333
K fertirrigação (Kf)	1	3725,0356	1,1267	0,1276	0,1121	15,0417
Kp x Kf	3	94777,8098	3,1844	0,0240	0,3743	4,9306
Resíduo (b)	8	109853,2510	1,1925	0,0396	0,9710	45,3333
CV (a)%		16,50	9,21	5,41	2,43	3,98
CV (b)%		23,34	12,57	3,59	4,41	8,12

e que, apesar de se tratar de experimento com certa complexidade, instalado em propriedade particular, foi boa a precisão experimental.

Os valores médios das características avaliadas são mostrados na Tabela 15. O primeiro aspecto que chama a atenção é que os valores médios do estande final mostraram-se inferiores aos dos demais ensaios que tiveram a mesma área útil (Tabelas 5, 11 e 13), apesar do emprego de 15 sementes/metro na semeadura e da boa emergência. Foi constatada, em partes da área do pivô central, a aplicação acidental de uma super dosagem do herbicida (trifluralina em pré-plantio incorporado) afetando a sobrevivência das plântulas e reduzindo o estande. As plântulas

TABELA 15. Valores médios das características avaliadas no ensaio de Bambuí-MG, no outono-inverno 1995. UFLA, Lavras-MG, 1997.

Tratamentos	Rendimento de grãos (kg/ha)	Vagens por planta	Sementes por vagem	Peso cem grãos (g)	Estande final (5 m^2)
K plantio[1]					
0	1250	8,4	5,3	21,9	78
40	1480	8,3	5,5	22,8	84
80	1400	8,7	5,4	22,4	83
120	1540	9,3	6,0	22,3	87
K fertirrigação[2]					
0	1410	8,5	5,5	22,4	82
18	1430	8,9	5,6	22,3	84
Média	1420	8,7	5,5	22,3	83

[1] kg K_2O/ha no plantio

[2] kg K_2O/ha em cobertura

danificadas exibiam, antes da morte, o engrossamento característico do colo, sinal da fitotoxidade do produto. As plântulas sobreviventes desenvolveram-se normalmente, sem apresentar quaisquer sintomas.

O rendimento médio do ensaio (1420 kg/ha) foi compatível com o da área afetada do pivô, mas inferior ao da área que não apresentou o mencionado problema. Pelo menos parcialmente, a

baixa população de plantas pode ser a responsável pelo rendimento do ensaio, aquém do esperado com a tecnologia empregada, como de resto se poderia dizer também da produtividade da área afetada do pivô.

Deve ser lembrado que, apesar do teor de potássio no solo do presente ensaio (19 mg/dm^3) ter sido o mais baixo dentre os solos utilizados, não foi observado qualquer efeito positivo da adição de fertilizante potássico nem via solo no plantio, nem via água de irrigação. O único fato novo que merece destaque neste ensaio é que a aplicação da maior dose de potássio no plantio mostrou tendência de proporcionar maior número de vagens por planta e maior número de grãos por vagem, resultando em maior produtividade (Tabela 15). Deve ser ressaltado, entretanto, que se trata apenas de tendências, já que não houve diferenças significativas entre as doses de potássio empregadas no plantio.

Apesar da grande importância do conteúdo de água sobre a movimentação de potássio no solo (Lopes, 1982), verificou-se que a condução da cultura sob irrigação e mesmo a aplicação de potássio via água de irrigação não se refletiram em resposta da cultura à adubação potássica. A aplicação de 18 kg K_2O/ha em cobertura não teve qualquer efeito sobre a produção de grãos e sobre os componentes do rendimento (Tabela 15), independentemente da dose de K recebida no plantio.

Verifica-se, pois, que a questão da resposta do feijoeiro à adubação potássica é bem mais complexa e, certamente, envolve um número muito grande de fatores, além do teor de K no solo. O nível de produtividade aqui já mencionado é outro fator que deve ser considerado, pois traduz as quantidades extraídas do nutriente. De acordo com Andrade e Ramalho (1995), devem estar

também envolvidas a lixiviação de potássio, favorecida pela irrigação inadequada e/ou textura mais arenosa do solo e a intensidade/tipo do sistema de exploração das áreas.

Com relação ao sistema de exploração utilizado, vale a pena mencionar que, no pivô utilizado da Fazenda Bela Vista, a cultura anterior havia sido milho no verão, com objetivo de produção de grãos. No período decorrido entre a colheita do milho e o plantio de feijão, a área foi utilizada para pastoreio de rebanho bovino, aproveitando-se a palhada do milho. Um dos problemas resultantes foi uma certa compactação da área do pivô, o que se fez refletir sobre dificuldades no preparo do solo que ficou a desejar e, certamente, sobre o desenvolvimento e produção dos feijoeiros. De acordo com Associação... (1990), a compactação reduz a quantidade de oxigênio no solo e a absorção de potássio pelas plantas.

5 CONCLUSÕES

Nas condições do presente estudo, puderam ser obtidas as seguintes conclusões:

1. O feijoeiro não respondeu à adubação potássica, mesmo em condição de baixo teor de potássio no solo e emprego de doses elevadas do nutriente (até 120 kg K_2O/ha).
2. Não foi observada vantagem no parcelamento do fertilizante potássico, seja na adubação convencional via solo, seja na fertirrigação.
3. O emprego de doses elevadas de potássio, de até 120 kg K_2O/ha, aplicadas totalmente no plantio em solo com baixo teor de K, não causou qualquer efeito sobre a germinação ou emergência dos feijoeiros.
4. Não foi encontrada interação significativa entre cultivares de feijão e adubação potássica, bem como não foi significativa, na fertirrigação, a interação adubação potássica no plantio x cobertura.
5. Dentre as cultivares utilizadas, a Ouro Negro apresentou melhor comportamento e destacou-se como a mais produtiva.

6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABREU, A . de F.B.; RAMALHO, M.A .P.; SANTOS, J.B.; 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. 29, n. 1, p. 105-112, jan. 1994.

AMARAL, F.A . L.; REZENDE, H.E.C.; BRASIL SOBRINHO, M. O .C.; MALAVOLTA, E. Exigências de nitrogênio, fósforo e potássio de alguns cultivares de feijoeiro (*Phaseolus vulgaris* L.). **Anais da Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz"**, Piracicaba, v.37, p. 223-39, 1980.

ANDRADE, M.J.B.; ABREU, A .F.B.; RAMALHO, M.A .P. **Recomendações para a cultura do feijoeiro em Minas Gerais**. Lavras: ESAL, 1992. 12p. (Circular, 06).

ANDRADE, M.J.B.; RAMALHO, M.A .P. Cultura do feijoeiro. In: EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. **Curso de atualização técnica dos engenheiros agrônomos do Banco do Brasil, módulo sudeste**. Sete Lagoas, 1995. 97p. (Mimeografado.)

ARRUDA, F.B.; TUBELIS, A .; NASCIMENTO, F.J.L. do. Efeito de temperatura média diária do ar na produtividade do feijoeiro. **Pesquisa Agropecuária Brasileira,** Brasília, v.15, n.4, p.413-417, 1980.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA PARA PESQUISA DA POTASSA E DO FOSFATO. **Potássio:** necessidade e uso na agricultura moderna. Tradução por Bernardo Van Raij. Piracicaba, 1990. 45p.

BASTOS,A.J. de R. **Efeitos da calagem, doses de adubo e tipos de sementes utilizadas pelos pequenos agricultores na cultura do feijão (*Phaseolus vulgaris*, L.).**Lavras: ESAL, 1990. 45p. (Dissertação- Mestrado em Fitotecnia).

BISCONER, I. **Chemigation with micro-irrigation systems:** an overview with design considerations. St. Joseph: American Society of Agricultural Engineer, 1986. 12p. (ASAE. Paper, 86-2583).

BOYER, J.L; CARVALHO, I.G. (ed.). **Dinâmica dos elementos químicos e fertilidade dos solos.** Salvador: CPGG/UFBA, 1985. 311p.

BRAGA, J.M. Resposta do feijoeiro "Rico 23" à aplicação de enxofre, boro e molibdênio. **Revista Ceres,** Viçosa, v.19,n.103, p. 222-226, jul. 1972.

BRAGA, J.M.; DEFELIPO, B.V.; VIEIRA, C.; FONTES, L.A .N. Vinte ensaios de adubação NPK da cultura do feijão na Zona da Mata, Minas Gerais. **Revista Ceres,** Viçosa, v.20, n.111, p.370-380, ago. 1973.

BRASIL. Ministério da Agricultura. Serviço de Informação Agrícola. **Normais climatológicas (MG,ES,RJ).** Rio de Janeiro, 1969. 99p.

CENTRO INTERNACIONAL DE AGRICULTURA TROPICAL. **Informe CIAT**. Cali, 1978. 112p.

CHAGAS, J.M.; VIEIRA, C.; ARAÚJO, G.A .A .; GOMES, J.M. Efeito de adubação NK sobre a cultura do feijão no inverno. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DO SOLO, 25, Viçosa, MG, 1995. **Resumos expandidos...** Viçosa: UFV/SBCS, 1995. v.3, p.1291-1293.

COBRA NETO, A .; ACCORSI, W.R.; MALAVOLTA, E. Estudos sobre a nutrição mineral do feijoeiro (*Phaseolus vulgaris* L.), var. Roxinho. **Anais da Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz,** Piracicaba, v.28, p.257-274, 1971.

COCHRAN, D.L.; TREADGILL, E.D.; YOUNG, J.R. **Use of center pivot simulator for chemigation research.** St. Joseph: American Society of Agricultural Engineers, 1984. 9p. (ASAE- Paper 84-2099).

COELHO, A .M. Fertirrigação. In: COSTA, E.F. da; VIEIRA, R.F. ;VIANA, P.A . **Quimigação:** aplicação de produtos químicos e biológicos via irrigação. Brasília: EMBRAPA-SPI, 1994. p.201-227.

COELHO, A.M.; FRANÇA, G.E. de. Adubação potássica em cultivos sucessivos de milho e feijão sob irrigação. Produção de grãos e silagem. In: EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. **Relatório Técnico Anual do Centro Nacional de Pesquisa de Milho e Sorgo 1992-1993**. Sete Lagoas, 1994. v.6, p.36-38.

COMISSÃO DE FERTILIDADE DO SOLO DE MINAS GERAIS. **Recomendações para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais,** 4ª Aproximação. Lavras, 1989. 176p.

COSTA, E.E.; BRITO, R.A .L. **Aplicador portátil de produtos químicos via água de irrigação.** Sete Lagoas: EMBRAPA, 1988. 19 p. (Circular Técnica, 13).

COSTA, E.F.; FRANÇA, G.E. de; ALVES, V.M. Aplicação de fertilizantes via água de irrigação. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v.12, n.39, p.63-68, dez. 1986.

COUTO, L. Effects of water strees on growth, reproductive development, dry matter partioning and yield components of bean (*Phaseolus vulgaris* L.) in the field. **Dissertation Abstracts International Section B**, Ann Arbor, v.39, n.12, p.5695, 1979.

D'ALEJANDRO VEZ. La lucha contra las enfermidades y las pragas por métodos culturales. **Revista de la Potassa**, n. 8, v.3, p.1-8, 1986.

DEFELIPO, B.V.; RIBEIRO, A .C. **Análises químicas do solo (metodologia).** Viçosa: UFV, 1981. 17p. (Boletim de extensão, 29).

DUBETZ, S.; MAHALLE, P.S. Effect of soil water strees on bush bean (*Phaseolus vulgaris* L.) at three stages of growth. **Journal of the American Society for Horticultural Science**, Mout, v.94, p.479-481, 1969.

DUTRA, M.R.; SILVA, M.V.; ANDRADE, M.J.B. Avaliação e seleção de cultivares e linhagens de feijão preto na região sul de Minas Gerais. In: SEMINÁRIO DE AVALIAÇÃO DO PIBIC/CNPq, 5, Lavras, 1977. **Resumos...** Lavras-MG: UFLA, 1997. p.32.

EL-HUSNY, J.C. **Limitações nutricionais para a cultura do feijoeiro (*Phaseolus vulgaris* L) em um solo do norte de Minas Gerais**. Lavras: ESAL, 1992. 151p. (Dissertação- Mestrado em Solos).

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. Centro Nacional de Pesquisa de Arroz e Feijão. Cultivares de feijão recomendadas para plantio no ano agrícola 1996/97. **Informativo Anual das Comissões Técnicas Regionais de Feijão**, Goiânia, n. 4, 24 p. 1997.

ENCARNAÇÃO, C.R.F. **Estudo da demanda de água do feijoeiro (*Phaseolus vulgaris* L.) var. Goiano Precoce**. Piracicaba: ESALQ, 1979. 62p. (Dissertação- Mestrado em Irrigação e Drenagem).

FAGERIA, N.K.; OLIVEIRA, I.P.; DUTRA, L.G. **Deficiências nutricionais na cultura do feijoeiro e suas correções.** Goiânia: EMBRAPA/CNPAF/APA, 1996. 40p. (Documentos, 65).

FAQUIN, V. **Nutrição mineral de plantas**. Lavras: ESAL, 1994. 227p.

FOOD AND AGRICULTURE OF THE UNITED NATIONS. **Dados agriclimatológicos para América Latina y el Caribe**. Roma, 1985. n.p. (Coleccion FAO. Production y Protección Vegetal, 24).

[illegible]

[illegible]

FUNDAÇÃO [illegible] VARGAS. Exercícios agropecuários. Agroanálysis. Rio de [illegible] 15, n.4, p.51, out. 1995.

GALLO, [illegible] M. [illegible] S. Composição química do tajocito e [illegible] rudimentos de fornecimento e manejo. Brasília: Embrapa, [illegible] 1991.

GUNDLOCH, [illegible] W. [illegible] de diferentes [illegible] [illegible] Brasília: [illegible] PROJURIS [illegible] DE MINAS GERAIS. Projeto [illegible] 1994. [illegible] Relatório final)

GUNTER [illegible] Curso de estatística [illegible] a SEBRAE [illegible]

GUERRA, [illegible] A. [illegible] HERTOL A. Dialogem e sabbaqu [illegible] Belo Horizonte: [illegible] 1978.

HEAD, [illegible] AVOLTA, E. GARCAVTA, [illegible] SLANCO [illegible] Agronomia. Uruguai, v.36, n.30, p.331-341, ago. 1987.

MAYER, [illegible] FUCHS, E. Fertilization of dryland and irrigated soils. [S.l.]: [s.n.], 1974.

[illegible] Efeito [illegible] por efeitos dos elementos [illegible] sobre os parâmetros [illegible] por [illegible] vasilhas de [illegible] Revista da Pesquisa Agropecuária [illegible] 1976. (Resumo)

[illegible] DAL, [illegible] M. Interaction of potassium with plant diseases. In: [illegible] ed. Potassium in agriculture. Madison: American Society of Agronomy, 1985. p.467-485.

[illegible] Interações em grupos de [illegible] de [illegible] aspectos e sugestões. Revista Brasil Agro. Fertilizantes. SEAGRO, [illegible] Disponível em [illegible])

FREIRE, J.C. Condutividade hidráulica e capacidade de campo de Latossolo Roxo Distrófico não saturado. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v.3, n.3, p.73-77, set./dez. 1979.

FRIZZONE, J.A . **Fertirrigação**. Piracicaba: ESALQ-USP, 1984. 32p.

FRIZZONE, J.A .; ZANINI, J.R.; PAES, L.A .D.; NASCIMENTO, V.M. do **Fertirrigação mineral**. Ilha Solteira: UNESP, 1985. 31p. (Boletim Técnico, 2).

FUNDAÇÃO GETÚLIO VARGAS. Estatísticas agropecuárias. **Agroanalysis**, Rio de Janeiro, v.15, n.9, p.56, out. 1995.

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

GARRIDO, M.A .T.; TEIXEIRA, H.A . Efeito de diferentes níveis de umidade do solo sobre o rendimento do feijoeiro comum na região sul de Minas Gerais. In: EMPRESA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA DE MINAS GERAIS. **Projeto:** feijão. Belo Horizonte, 1978. p.25-27. (Relatório 76/77)

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

GUEDES, G.A .A .; JUNQUEIRA NETTO, A . Calagem e adubação. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v.4, n.46, p.21-3, abr. 1978.

HAAG, H.P.; MALAVOLTA, E.; GARGANTINI, H.; BLANCO, H.G. Cultura do feijoeiro. **Bragantia**, Campinas, v.26, n.30, p.381-391, ago. 1967.

HAGIN, J.; TUCKER, B. **Fertilization of dryland and irrigated soils.** [S.l.]:[s.n.], 1982. 190p.

HESIS, Y. Efecto que ejercen los elementos nutritivos minerales sobre los patógenos padecidos por el suelo y la resistência de los huespedes. **Revista de la Potassa,** Berna, v.49, n.23, p.7, 1976. (Resumo).

HUBER, D.M.; ARMY, D.E. Interaction of potassium with plant disease. In: NUNSON, R.D. (ed.). **Potassium in agriculture.** Madison: American Society of Agronomy, 1985. Cap. 20, p.467-488.

IGUE, T. **Interações em grupos de experimentos de adubação do feijoeiro com N,P e K, seguindo o esquema fatorial 3x3x3.** Piracicaba: ESALQ, 1968. 81p. (Dissertação-Mestrado em Estatística).

INSTITUTO AGRONÔMICO DE CAMPINAS . **Recomendações de adubação e calagem para o Estado de São Paulo.** 2: ed. Campinas, 1996. 285p.

ITO,M.F.; TANAKA,M.A.S.; MASCARENHAS,H.A.A.; TANAKA,R.T.; DUDJENAS,C.; GALLO,P.B. Efeito residual de calagem e da adubação potássica sobre a queima foliar (*Cercospora kikuchii*) da soja. **Sunima Phytopathologica**, v.19, nº10, p.21-23. Out. 1992.

JOHNSON, A .W.; YOUNG, J.R.; THREADGILL, E.D.; DOWLER, C.C.; SUNER, D.R. Chemigation for crop management. **Plant Disease**, St. Paul, v.70, n.11, p.998-1004, nov.1986.

LOPES, A.S. Mineralogia do potássio em solos do Brasil. In: YAMADA, T.; IGUE, T.; MUZILLI, O .; USHERWOOD, N.R. ed. **Potássio na Agricultura Brasileira**, Piracicaba: Instituto da Potassa e Fosfato/ Instituto Internacional da Potassa/ Fundação IAPAR, 1982. p.51-65.

LOPES, A .S. **Manual de fertilidade do solo.** São Paulo: ANDA/POTAFOS, 1989. 153p.

LOPES, A .S.; CARVALHO, J.G. de. Micronutrientes: Critérios de diagnose para solo e planta, correção de deficiências e excessos. In: BORKET, C.M. ; LANTMANN, A . **Enxofre e micronutrientes na agricultura brasileira.** Londrina, EMBRAPA-CNPSO/IAPAR/SBCS, 1988. p.133-178.

LOURENÇO, R.S. **Deslocamento do íon potássio em latossolo roxo**. Piracicaba: ESALQ, 1987. 127p.

MAIA, P.C.S. **Fertirrigação por sistema de irrigação por aspersão convencional na cultura do feijoeiro (*Phaseolus vulgaris L.*).** Piracicaba: ESALQ-USP, 1989. 80p. (Tese-Mestrado em Irrigação e Drenagem).

MALAVOLTA, E. **Manual de química agrícola;** adubos e adubação. São Paulo: Ceres, 1967. 606p.

MALAVOLTA, E. (coord.) Nutrição e Adubação. In: SIMPOSIO BRASILEIRO DE FEIJÃO, 1., Viçosa, 1971. **Anais...** São Paulo: Ministério da Agricultura, 1972. p.209-42.

MALAVOLTA, E. **Manual de química agrícola:** nutrição de plantas e fertilidade do solo. São Paulo: Agronômica Ceres, 1976. 528p.

[illegible]

[illegible]

MALAVOLTA, E. [illegible] Demandas nutricionais no cerrado. [illegible] Associação Brasileira para Pesquisa de Potassa e de Fosfato, 1984. [illegible]

MARCHETTI, D. Irrigação por pivô central. Brasília: EMBRAPA [illegible] Técnica 1).

MONTELLES, A.M.; [illegible]; MARCHANDT, R. Absorção e [illegible] cultura do milho (Pennisetum [illegible]). Revista Brasileira de Ciência [illegible] 4, n.1, p.81-87, 1980.

MELLVICKUS, J. Formas de potássio em solos do Brasil. Revista Brasileira [illegible] Solo, v.1, n.1, p.15-21, maio 1977.

MELLO FILHO, J. (ed.). O potássio no solo. Piracicaba: Instituto da Potassa, [illegible] Boletim Técnico 2).

MELLO FILHO, J. Avaliação da resposta das culturas ao potássio em ensaios de longa duração [illegible] agroecossistemas brasileiros. In: TAVARES, T.; JOUBERT, T.; MUZZILI, O. [illegible] Potássio na agricultura brasileira. Piracicaba: Instituto da Potassa e do Fosfato; Instituto Internacional da Potassa, Avaliação IAPAR, 1982. p.281-309.

MORAES, C.A.; [illegible] KELLMAN, C.M. Déficit hídrico e tolerância de trigo ao frio. [illegible] Pesquisa Agropecuária Técnica. Santiago, v.21, n.1, p.111-117, mar. 1991.

MORAES, J.F.V. Colagem e adubação. In: ZIMMERMANN, M.J.O.; ROCHA, M.; [illegible] (eds.). Cultura do feijoeiro: fatores que afetam a produtividade. Piracicaba: [illegible] 1988. p.269-301.

MOURA, P.A.M.; PAIVA, R.M.; RENFIDE, I.M.A. Aspectos econômicos do [illegible] Relatório Agropecuário. Belo Horizonte, v.17, n.176, p.67-72, nov./dez. [illegible]

NUNNOCK, R.G. Potassium availability and uptake. In: PUTASSA & PHOSPHATE INSTITUTE. Potassium for agriculture: a literature analysis. Atlanta, 1980. p.25-66.

MALAVOLTA, E. **Elementos de nutrição mineral de plantas**. São Paulo: Agronômica Ceres, 1980. 252p.

MALAVOLTA, E. **O potássio e a planta**. Piracicaba: Associação Brasileira para Pesquisa da Potassa e do Fosfato, 1984. 60p. (Boletim Técnico, 1).

MALAVOLTA, E.; CROCOMO, O.J. Funções do potássio nas plantas. In: SIMPÓSIO SOBRE POTÁSSIO NA AGRICULTURA BRASILEIRA, 8, Londrina, 1982. **Anais**... Piracicaba: Instituto da Potassa e Fosfato, 1982. p.95-162.

MALAVOLTA, E.; KLIEMANN, H.J. **Desordens nutricionais no cerrado**. Piracicaba: Associação Brasileira para Pesquisa do Potássio e da Fósforo, 1985. 136p.

MARCHETTI, D. **Irrigação por pivô central**. Brasília: EMBRAPA, 1983. 23p. (Circular Técnica, 1).

MEIRELLES, N.M.F.; LIBARDI, P.L.; REICHARDT, K. Absorção e lixiviação de nitrogênio em cultura do feijão (*Phaseolus vulgaris L.*). **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v.4, n.2, p.83-88, 1980.

MIELNICZUK, J. Formas de potássio em solos do Brasil. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.1, n. 3, p.55-61, maio 1977.

MIELNICZUK, J. (ed.). **O potássio no solo**. Piracicaba: Instituto da Potassa, 1978. 79p. (Boletim Técnico, 2).

MIELNICZUK, J. Avaliação da resposta das culturas ao potássio em ensaios de longa duração, experiências brasileiras. In: YAMADA, T.; IGUE, T.; MUZZILLI, O .; USHERWOOD, N.R. (eds.). **Potássio na agricultura brasileira**. Piracicaba: Instituto da Potassa e Fosfato. Instituto Internacional da Potassa. Fundação IAPAR, 1982. p.289-303.

MIRANDA, O .N.; BELMAR, C.N. Déficit hídrico e frecuencia de riego en frijol (*Phaseolus vulgaris* L.). **Agricultura Técnica**, Santiago, v.37, n.3, p.111-117, mar.1977.

MORAES, J.F.V. Calagem e adubação. In: ZIMMERMANN, M.J.O .; ROCHA, M.; YAMADA, T. (eds.). **Cultura do feijoeiro:** fatores que afetam a produtividade. Piracicaba: POTAFOS, 1988. p.260-301.

MOURA, P.A .M.; PAIVA, B.M.; REZENDE, L.M.A . Aspectos econômicos da cultura do feijão. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v.17, n.178, p.67-72, nov.1994.

MUNSON, R.D. Potassium availability and uptake. In: POTASH & PHOSPHATE INSTITUTE. **Potassium for agriculture** : a situation analysis. Atlanta, 1980. p.28-66.

[illegible] Adubação e Calagem. [illegible] Fundação Cultural e Técnica. [illegible] Pesquisa Agropecuária. POTAFOS, 1989. p.[illegible].

[illegible] Sistemas de [illegible] culturais e recomendações [illegible] adubação para [illegible] Goiânia. EMBRAPA-CNPAF, 1984. 78p. (Documentos 3).

OLIVEIRA, J.P. [illegible] MDT. Nutrição mineral in ZIMMERMANN, M.J.O., POTAFOS, M.L. YAMADA, T. Cultura do feijoeiro: fatores que afetam a produtividade. [illegible] POTAFOS, 1987. p.175-221.

PADOVERI, P.P. Movimento e perdas de nitrogênio e potássio na solução do [illegible] Piracicaba. ESALQ, 1987. 119p. (Tese de doutorado).

PAVAN, M.A. Uniformidade de aplicação de adubo de adubação de superfície [illegible] irrigada por aspersão. São Carlos. USP, 1980. 34p. (Tese- Mestrado em Irrigação).

PEREIRA, M.S. Nutrição e adubação. in FUNDAÇÃO INSTITUTO AGRONÔMICO DO PARANÁ. O feijão no Paraná. Londrina: IAPAR, 1980. 309p. (IAPAR. Circular 6).

POZZI BONFIM, C. CARLASCHI, E. KELLNER, C. PESSOA A.S. dos S. SOVINO, D. Concentração de N, P e K na parte aérea do feijoeiro em resposta a irrigação, fertilização e micronutrientes. Ciência Rural, v.26, n.1, p.191-197, mar.1996.

RAGHI, L.A.; BERNARDO, S.; CALVÃO, J.D. Efeito do nível de água e da época de [illegible] do feijoeiro. Viçosa, v.12, n.76, p.[illegible], set. 1976.

RODRIGUES, T.J. de M.; ANDRADE NIJ.; CARVALHO, J.G. Respostas de cultivares de feijoeiro a níveis de água e doses de nitrogênio aplicadas via água. Ciência e Agrotecnologia. Lavras, v.20, n.1, p.[illegible], fev.1996.

SOUZA, C.A. Long-term potassium fertilization for soybeans on a very clayey oxisol in subtropical soils. Better Crops International. Atlanta, vol.[illegible], p.[illegible], jul.1996.

TOSCHI, C.A. Nutrição e adubação do feijoeiro. Piracicaba: Associação Brasileira de Pesquisa da Potassa e do Fosfato, 1987. 47p. (POTAFOS - Boletim Técnico 7).

TOSCHI, C.A. Calagem e adubação mineral in ARAÚJO, R.S.; RAVA, C.A.; STONE, L.F.; ZIMMERMANN, M.J.O. Cultura do feijoeiro comum no Brasil. Piracicaba: POTAFOS, 1996. 786p.

OLIVEIRA, I.P.; 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.O . Coord. **Cultura do feijoeiro comum no Brasil**. Piracicaba: POTAFOS, 1996. p.169-221.

OLIVEIRA, I.P. ; DANTAS, J.P. **Sintomas de deficiências nutricionais e recomendações de adubação para o caupi.** Goiânia: EMBRAPA-CNPAF, 1984. 23P. (Documentos, 8).

OLIVEIRA, I.P.; THUNG, M.D.T. Nutrição mineral. In: ZIMMERMANN, M.J.O .; ROCHA, M.; YAMADA, T. **Cultura do feijoeiro:** fatores que afetam a produtividade. Piracicaba: POTAFOS, 1988. p.175-212.

PADOVESE, P.P. **Movimento e perdas de nitrogênio e potássio num solo com cana-de-açúcar (*Saccharum spp.*).** Piracicaba: ESALQ, 1988. 119p. (Tese- Mestrado em Fitotecnia).

PAIVA, J.B.D. **Uniformidade de aplicação de abaixo da superfície do solo utilizando irrigação por aspersão.** São Carlos: USP, 1980. 333p. (Tese- Mestrado em Irrigação).

PARRA, M.S. Nutrição e Adubação. In: FUNDAÇÃO INSTITUTO AGRONÔMICO do PARANÁ. **O feijão no Paraná**. Londrina: IAPAR,1989, 303p. (IAPAR, Circular, 63).

POZZEBON,E.J.; CARLSSO,R.; KELLING,C.; PESSOA,A.S. dos S.; KONIG,O. Concentração de N, P e K na parte aérea do feijoeiro em resposta à irrigação, fertirrigação e micronutrientes. **Ciência Rural**, v.26, n.2, , p.191-196, mai.1996.

RAGGI, L.A .; BERNARDO, S.; GALVÃO, J.O . Efeito do turno de rega em três fases do ciclo do feijoeiro. **Seiva**, Viçosa, v.32, n.76, p.34-43, set.1976.

RODRIGUES, J.R. de M.; ANDRADE, M.J.B.; CARVALHO, J.G. Resposta de cultivares de feijão (*Phaseolus vulgaris* L.) a doses de molibdênio aplicadas via foliar. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v.20, n.1, p.323-334, fev.1996.

ROSOLEM, C.A . Long-term potash fertilization for soy beans on low fertility tropical and subtropical soils. **Better Crops International**, Atlanta, vol.4 n°11p.12-13, jul.1986.

ROSOLEM, C.A. **Nutrição e adubação do feijoeiro**. Piracicaba: Associação Brasileira para a Pesquisa da Potassa e do Fosfato, 1987, 93p. (POTAFOS - Boletim Técnico, 8).

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. 786p.

[illegible] Royal Co[illegible] ... (Research Rev[illegible] ... different stage of gro[illegible]

[illegible] ... Quantidade ... ideal de potassio em Coffea [illegible] lavagem de mudas e das plantas de milho [illegible] solo. Revista Brasileira de Ciência do Solo, Campinas, [illegible], p. [illegible], jun. [illegible]

SILVEIRA, P.M.; DA SILVA, M.A. Doses e parcelamento de K e de N na cultura do feijoeiro. Pesquisa Agropecuária Brasileira, Brasília, v.28, n.11, p.1295-[illegible], nov. [illegible]

SILVEIRA, P.M.; STONE, L.F.; RIOS, G.P.; COBUCCI, T.; AMARAL, A.M. A irrigação na cultura do feijoeiro. Goiânia: EMBRAPA/CNPAF, [illegible] (EMBRAPA-CNPAF. Documentos, 61).

SOARES, E.; LIMA, J.A.; SILLE, L.F. Parcelamento da fertilização potássica nas principais culturas de feijão, milho e soja em Latossolo vermelho escuro. Revista de [illegible] Piracicaba, v.45, n.4, p.55-61, mai. 1990.

SOUTO, J.J.; MELLO, F.H.F. Avaliação de feijoeiro (*Phaseolus vulgaris* L.) em campo. Estação de Sergipe. Anais da Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba, v.41, p.1-21, 1984.

SOUSA, M. de M.M. Aplicação de uréia por fertirrigação e via folha na cultura do feijão-caupi (*Phaseolus vulgaris* L.). Lavras: UFLA, 1994. 60p. (Tese - Mestrado em Fitotecnia).

STEINMETZ, S. Evapotranspiração máxima no cultivo de feijão de inverno. Goiânia: EMBRAPA/CNPAF, 1984. 4p. (Pesquisa em Andamento).

TISDALE, S.L.; NELSON, W.L.; BEATON, J.D. Soil fertility and fertilizers. 4 ed. New York: Macmillan, 1985. 754p.

VIEIRA, C. Cultura do feijão. 2 ed. Viçosa - MG: UFV, 1983. 146p.

VIEIRA, C.; GOMES, V.F. Efeitos de adubação nitrica do feijoeiro. Revista Ceres, Viçosa, v.11, n.63, p.253-264, abr. 1964.

VIEIRA, R.F. Introdução à quimigação. In: CORTEZ, E.E.; VIEIRA, R.F.; VIANA, T.A. (ed.). Quimigação. Brasília: EMBRAPA-SPI, 1994. p.17-29.

VILELA, L.; SILVA, J.E. da; RITCHEY, K.D.; SOUZA, D.M.G. de. Potassio [illegible] W.J. Solos dos cerrados: tecnologias e estratégias de manejo. Brasília: EMBRAPA-CPAC, 1987. p.[illegible]

SALTER, P.J.; GOOD, J.E. **Crop responses to water at different stage of growth.** Farnhan Royal: CAB, 1967. 246p. (Research Review, 2).

SILVA, J.E.; RITCHEY, K.D. Acumulação diferencial de potássio em Oxissolos devido à lavagem do nutriente das plantas de milho para o solo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v.6, n°10, p.183-188, jun.1982.

SILVEIRA, P.M.; DAMASCENO, M.A . Doses e parcelamento de K e de N na cultura do feijoeiro. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.28, n.11, p.1269-76, nov.1993.

SILVEIRA, P.M.; STONE, L.F.; RIOS, G.P.; COBUCCI, T.; AMARAL, A .M. **A irrigação e a cultura do feijoeiro**. Goiânia: EMBRAPA/CNPAF/APA, 1996. 51p. (EMBRAPA/CNPAF. Documentos, 63).

SOARES, E.; LIMA, L.A .; BULL, L.T. Parcelamento da fertilização potássica nas produções das culturas de feijão, milho e soja em latossolo vermelho amarelo. **Revista de Agricultura**, Piracicaba, v.65, n°4, p.55-61, mai.1990.

SOBRAL, L.F.; MELLO, F.H.F. Adubação do feijoeiro (*Phaseolus vulgaris* L.) em cambissol do Estado de Sergipe. **Anais da Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz**, Piracicaba v.41, p.1-21, 1984.

SOUSA, M. de M.M. **Aplicação de uréia por fertirrigação e via foliar na cultura do feijoeiro (*Phaseolus vulgaris* L.).** Lavras: UFLA, 1994, 60p. (Tese - Mestrado em Fitotecnia).

STEINMETZ, S. **Evapotranspiração máxima no cultivo de feijão de inverno**. Goiânia: EMBRAPA/CNPAF, 1984. 4p. (Pesquisa em Andamento).

TISDALE, S.L.; NELSON, W.L.; BEATON, J.B. **Soil fertility and fertilizers**. 4. ed. New York: MacMillan, 1985. 754p.

VIEIRA, C. **Cultura do feijão**. 2 ed. Viçosa - MG, UFV, 1983. 146p.

VIEIRA, C.; GOMES, F.R. Ensaios de adubação química do feijoeiro. **Revista Ceres**, Viçosa, v.11, n.65, p.253-64, abr.1961.

VIEIRA, R.F. Introdução à quimigação. In: COSTA, E.F.; VIEIRA, R.F.; VIANA, P.A .(eds.) **Quimigação**. Brasília: EMBRAPA/SPI, 1994. p.13-39.

VILELA, L.; SILVA, J.E. da; RITCHEY, K.D.; SOUZA, D.M.G. de. Potássio. In: GOEDERT, W.J. **Solos dos cerrados;** tecnologias e estratégias de manejo. Brasília: EMBRAPA/CPAC, 1986. p.203-222.

VITTI, G.C.; BOARETTO, A.E.; PENTEADO, S.R. Fontes de fertilizantes e Fertirrigação. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO SOBRE FERTILIZANTES FLUIDOS, nºIV Piracicaba, 1993. **Anais**... Piracicaba: ESALQ/CENA, POTAFOS, 1993. p.233-256.

WILCOX,G.E., FAGERIA, N.K. Deficiências nutricionais do feijão, sua identificação e correção. Goiânia: EMBRAPA-CNPAF, 1976. 22p. (EMBRAPA-CNPAF, Boletim Técnico, 5).