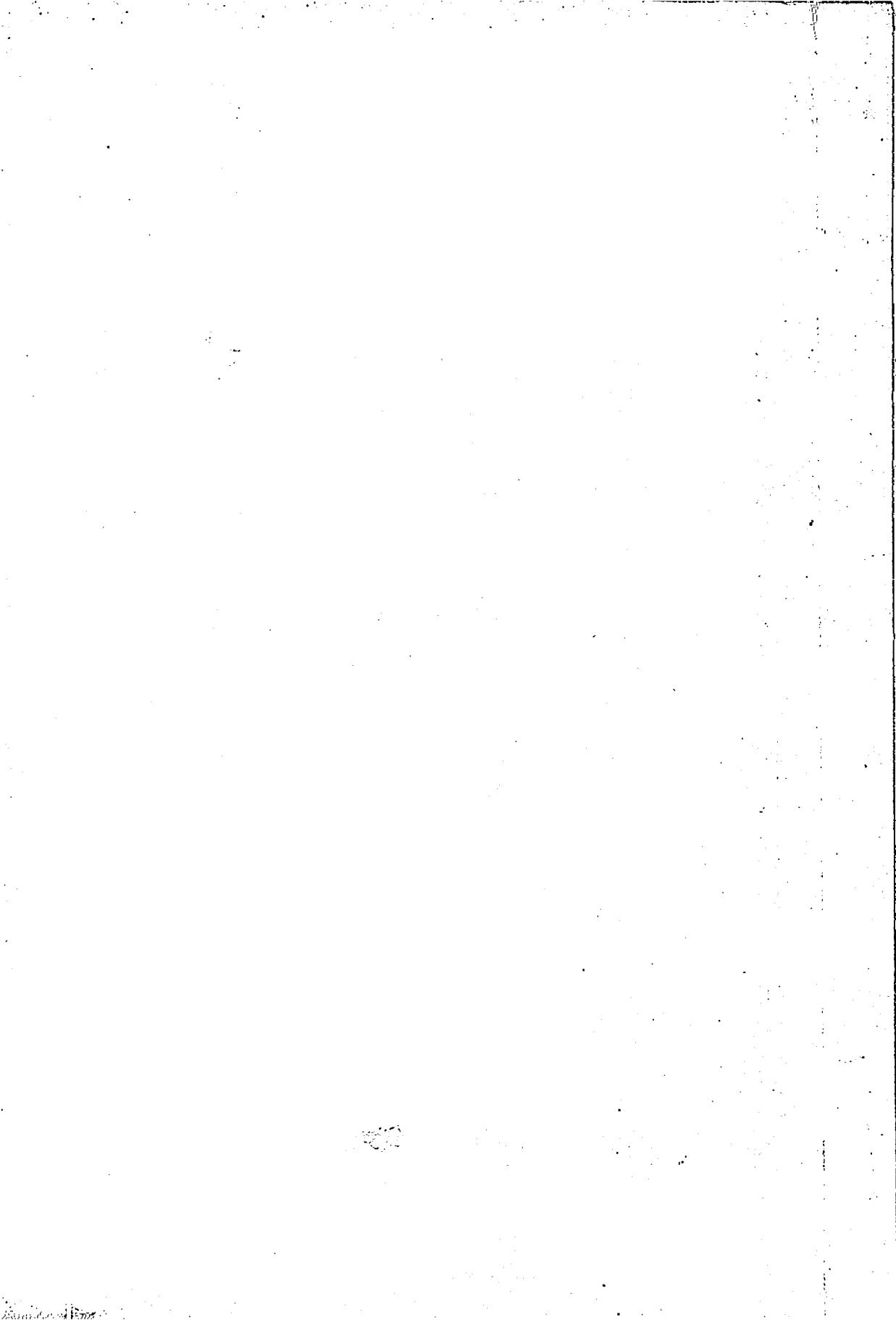


**RESPOSTA DIFERENCIAL DE CULTIVARES
DE MILHO E FEIJÃO AO EFEITO RESIDUAL
DA ADUBAÇÃO DA BATATA**

HAMILTON KIKUTI

2000



HAMILTON KIKUTI

RESPOSTA DIFERENCIAL DE CULTIVARES DE MILHO E FEIJÃO AO
EFEITO RESIDUAL DA ADUBAÇÃO DA BATATA

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

Orientador

Prof. Dr. Messias José Bastos de Andrade

LAVRAS
MINAS GERAIS - BRASIL
2000

**Ficha Catalográfica Preparada pela Divisão de Processos Técnicos da
Biblioteca Central da UFPA**

Kikuti, Hamilton

Resposta diferencial de cultivares de milho e feijão ao efeito residual da adubação da batata / Hamilton Kikuti. -- Lavras : UFPA, 2000.

85 p. : il.

Orientadora: Messias José Bastos de Andrade.

Dissertação (Mestrado) - UFPA.

Bibliografia.

1. Milho. 2. Feijão. 3. Cultivares. 4. Adubação residual. I. Universidade Federal de Lavras. II. Título.

CDD-631.81

-633.15891

HAMILTON KIKUTI


**RESPOSTA DIFERENCIAL DE CULTIVARES DE MILHO E FEIJÃO AO
EFEITO RESIDUAL DA ADUBAÇÃO DA BATATA**

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

APROVADA em 16 de março de 2000

Prof. Dr. Magno Antônio Patto Ramalho - UFLA

Pesquisadora Dr^a. Ângela de Fátima Barbosa Abreu - EMBRAPA/EPAMIG


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

LAVRAS
MINAS GERAIS - BRASIL

Aos meus pais, Eüti e Terezinha, pelo amor, carinho, exemplos contínuos e apoio em todas as etapas de minha vida;

Às minhas irmãs, Lizia, Eloisa e Elaine, e meus cunhados, Luiz, Gerson e Carlos Eduardo, pelo apoio constante e amizade;

Aos meus avós, Sumiko e Tsunetoki (in memoriam), pelo carinho e apoio incondicional;

AGRADEÇO e OFEREÇO

À minha esposa Ana Lúcia e meu filho Bruno pela paciência, carinho e compreensão, que possibilitaram nossa vitória nesta empreitada;

DEDICO

HOMENAGEM

Ao Prof. Dr. Messias José Bastos de Andrade, pelo seu incentivo, apoio incondicional, amizade e conhecimentos transmitidos, que me ajudaram à atingir o objetivo proposto.

Muito Obrigado.

AGRADECIMENTOS

À Universidade Federal de Lavras pela oportunidade de realização deste curso;

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pela concessão da bolsa de estudos;

Ao Prof. Dr. Messias José Bastos de Andrade pelo incentivo, auxílio, amizade, orientação e ensinamentos transmitidos;

Ao Prof. Dr. Magno Antônio Patto Ramalho pela co-orientação, disponibilidade e exemplo de dedicação à pesquisa científica;

À Pesquisadora da Embrapa/Epamig, Dr^a Ângela de Fátima Barbosa Abreu, pelo apoio, atenção e auxílio nos trabalhos desenvolvidos;

Ao Prof. Dr. Ricardo Pereira Reis pela disponibilidade, sugestões e cooperação;

A todos os funcionários desta instituição, em especial ao João, Manguinho, Agnaldo, Correia, Alessandro, Júlio, Adilson e Francisco, pela colaboração e apoio nos experimentos de campo;

Aos amigos Mauro, Celso, Emilio, Alexandre, Dênis, Ramon e Andréia, Tadeu e Lúcia, Abeilard e Graciela, Fernande e Alessandra, pela amizade;

Aos colegas de curso, Itamar, Antônio, Marcelo, Wandeir, Cláudio, Amoldo, João, Nuno, Ângelo, Elisa, Kalinka, Renata, Solange, Anderson, Mari Cleyde, e demais colegas do Departamento de Agricultura, cuja convivência tomou mais fácil o desenvolvimento deste trabalho;

Aos meus familiares pelo amor, carinho e apoio, tomando possível vencer mais esta etapa em minha vida;

E a todos aqueles que de alguma forma contribuíram para a realização deste trabalho;

MUITO OBRIGADO.

SUMÁRIO

RESUMO.....	i
ABSTRACT.....	ii
CAPITULO 1.....	01
1 INTRODUÇÃO GERAL.....	02
2 REFERENCIAL TEÓRICO	03
2.1 Cultura e adubação da batata.....	03
2.2 Rotação de culturas e efeito residual da adubação.....	06
2.3 Respostas do milho à adubação residual.....	11
2.4 Respostas do feijoeiro à adubação residual.....	12
2.5 Resposta diferencial de cultivares de milho e de feijão à adubação	14
3. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	20
CAPÍTULO 2 RESPOSTA DIFERENCIAL DE CULTIVARES DE MILHO AO EFEITO RESIDUAL DA ADUBAÇÃO DA BATATA	32
Resumo.....	33
Abstract.....	34
1 Introdução.....	35
2 Material e Métodos.....	37
3 Resultados e Discussão.....	43
4 Conclusões.....	50
5 Referências Bibliográficas.....	51
CAPÍTULO 3 RESPOSTA DIFERENCIAL DE CULTIVARES DE FEIJOEIRO AO EFEITO RESIDUAL DA ADUBAÇÃO DA BATATA.....	55
Resumo.....	56

Abstract.....	57
1 Introdução.....	58
2 Material e Métodos.....	60
3 Resultados e Discussão.....	68
4 Conclusões.....	79
5 Referências Bibliográficas.....	80
ANEXO.....	83

RESUMO

KIKUTI, Hamilton. **Resposta diferencial de cultivares de milho e feijão ao efeito residual da adubação da batata.** Lavras: UFLA, 2000. 85p. (Dissertação - Mestrado em Fitotecnia).*

Com o objetivo de avaliar o resposta diferencial de cultivares de milho e feijão ao efeito residual da adubação da batata, foram conduzidos em Lavras-MG seis experimentos, dois com milho e quatro com feijoeiro. Com cada espécie foram conduzidos dois tipos de ensaios, um utilizando apenas a adubação residual da batata, e outro empregando, além do mencionado resíduo, nova adubação para a cultura de rotação. No caso do milho foram avaliadas, na safra 1998/99, seis variedades, um híbrido simples, dois híbridos duplos e três híbridos triplos, totalizando 12 cultivares. O delineamento estatística utilizado foi blocos ao acaso com quatro repetições. No caso do feijoeiro os tratamentos foram em número de 25, representados por seis cultivares e 19 linhagens, avaliadas nas safras das "águas" 1998/99 e "inverno-primavera" 1999. Utilizou-se o delineamento estatístico em látice 5x5, com três repetições. Os resultados permitiram concluir que tanto a cultura do milho quanto a do feijão são boas opções para a utilização do resíduo da adubação da batata, com boas produtividades. A adubação da cultura de rotação mostrou-se economicamente viável para o feijão em uma das safras (inverno-primavera), mas não para o milho. O comportamento das cultivares de milho não foi dependente da adubação, mas elas apresentaram diferentes magnitudes de resposta à adubação da gramínea. As cultivares de feijoeiro apresentaram comportamento diferencial nas duas situações, adubação residual ou residual + adubação da leguminosa e as respostas a esta última variaram de cultivar para cultivar.

* Comitê-Orientador: Messias José Bastos de Andrade - UFLA (Orientador) e Magno Antônio Patto Ramalho - UFLA (Co-orientador).

ABSTRACT

KIKUTI, Hamilton. Differential response of corn and bean cultivars to the residual effect of the potato fertilization. Lavras: UFLA, 2000 85p. (Dissertation – Master in crop science). *

With the objective of evaluating the differential response of corn and bean cultivars to the residual effect of potato fertilization, six experiments were conducted in Lavras - Mg, two with corn and 4 with bean plant. With each species, two sorts of trials were conducted, one utilizing only the residual fertilization of potato and the other employing, in addition to the mentioned residue, new fertilization for rotation crop. In the case of corn, in the crop of 1998/1999, six varieties, a simple hybrid, two double hybrids and three triple hybrids, amounting to 12 cultivars. The statistical design utilized was randomized blocks with four replications. In the case of the bean plant, the treatments were in number of 25, represented by six cultivars and 19 lineage evaluated in the summer 1998/1999 and winter-spring of 1999 seasons. The statistical design in 5 x 5 lattice with three replications was utilized. The results allowed to conclude that both the corn and bean crops are good options for the utilization of the potato fertilization residue with good yields. The fertilization of the rotation crop proved economically viable for bean in one of the crops (winter-spring) but it was not so for corn. The behavior of the corn cultivars was not dependent on fertilization but they presented different magnitudes of response to the fertilization of this grass. The bean cultivars presented differential behavior in both situations, residual fertilization and residual + fertilization of the legume and the responses to the latter ranged from cultivar to cultivar.

* Guidance committee: Messias José Bastos de Andrade - UFLA (Major Professor) and Magno Antônio Patto Ramalho - UFLA.

	100
	101
	102
	103
	104
	105
	106
	107
	108
	109
	110
	111
	112
	113
	114
	115
	116
	117
	118
	119
	120
	121
	122
	123
	124
	125
	126
	127
	128
	129
	130
	131
	132
	133
	134
	135
	136
	137
	138
	139
	140
	141
	142
	143
	144
	145
	146
	147
	148
	149
	150
	151
	152
	153
	154
	155
	156
	157
	158
	159
	160
	161
	162
	163
	164
	165
	166
	167
	168
	169
	170
	171
	172
	173
	174
	175
	176
	177
	178
	179
	180
	181
	182
	183
	184
	185
	186
	187
	188
	189
	190
	191
	192
	193
	194
	195
	196
	197
	198
	199
	200

CAPÍTULO 1

	100
	101
	102
	103
	104
	105
	106
	107
	108
	109
	110
	111
	112
	113
	114
	115
	116
	117
	118
	119
	120
	121
	122
	123
	124
	125
	126
	127
	128
	129
	130
	131
	132
	133
	134
	135
	136
	137
	138
	139
	140
	141
	142
	143
	144
	145
	146
	147
	148
	149
	150
	151
	152
	153
	154
	155
	156
	157
	158
	159
	160
	161
	162
	163
	164
	165
	166
	167
	168
	169
	170
	171
	172
	173
	174
	175
	176
	177
	178
	179
	180
	181
	182
	183
	184
	185
	186
	187
	188
	189
	190
	191
	192
	193
	194
	195
	196
	197
	198
	199
	200

1 INTRODUÇÃO GERAL

A cultura da batata (*Solanum tuberosum* L.) em Minas Gerais tem grande importância social e econômica, principalmente para a região Sul do Estado, onde se concentra a maior produção.

Entre os problemas da cultura estão a ocorrência de patógenos e o alto custo de produção devidos, especialmente, ao grande uso de fertilizantes. Para maior viabilidade deste empreendimento agrícola, é necessário um eficiente programa de rotação de culturas, visando a diminuição do potencial de inóculo e, sobretudo, a utilização do resíduo dos fertilizantes.

Há algumas opções de culturas para a rotação com a batata, contudo, o milho e o feijão se destacam. No caso do milho, porque a região é grande produtora e consumidora, devido à grande bacia leiteira da região. O feijão também é um cultivo importante, sobretudo porque é de ciclo curto, podendo ser cultivado em até três safras no ano, e porque o produto é de fácil comercialização, facilitada pela pequena distância dos principais mercados consumidores do País.

Para a implantação das culturas de milho e feijão em rotação, é necessário certificar se apenas o resíduo do fertilizante da batata é suficiente para se obter produtividades economicamente viáveis, ou se há necessidade de uso adicional de fertilizantes. Alguns experimentos foram conduzidos na região a esse respeito, contudo os resultados ainda não são conclusivos.

Devido ao grau de diversidade de cultivares que podem ser utilizadas na região, tanto de milho como feijão, é importante verificar quais seriam mais apropriadas para esse sistema de rotação e, mais ainda, verificar se há interação entre cultivares x emprego ou não de fertilizante adicional. Visando obter informações a esse respeito, foram conduzidos alguns experimentos de competição de cultivares de milho e feijão em rotação com a cultura da batata, utilizando ou não fertilizante adicional.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 Cultura e adubação da batata

A batata (*Solanum tuberosum* L.) é considerada, em termos mundiais, a terceira fonte de alimentos para a humanidade, sendo suplantada somente pelo arroz e pelo trigo, já que o milho é mais utilizado em nutrição animal (Filgueira, 1993). No Brasil, dentre as olerícolas, a batata é classificada em segundo lugar quanto ao volume e valor da produção, e em primeiro lugar em relação à área colhida, consumo e importação (EMBRAPA, 1991), sendo a olerícola de maior importância tanto em comercialização como em consumo, principalmente "in natura" (Campora, 1994).

O potencial teórico de produtividade da cultura da batata está em torno de 100 t/ha (Beukema e Zaag, 1990, citados por Rocha, 1995), e embora diversos países, como Dinamarca, Suíça, Países Baixos e Nova Zelândia, atinjam produtividades acima de 40 t/ha, a área cultivada com a batata inglesa no Brasil, em 1998, foi da ordem de 173.000 ha, com uma produção de 2.634.000 toneladas métricas, o que resulta em produtividade média de 15.229 kg/ha (FAO, 1998). Em Minas Gerais, estado que ocupa o terceiro lugar em termos de área cultivada no País, e primeiro em volume de produção (704.802 toneladas, correspondentes a 26,18% da produção nacional), a produtividade é de 21.191 kg/ha, mas existem Unidades da Federação com produtividades superiores, como o Distrito Federal com 30.345 kg/ha, Goiás com 27.588 kg/ha e Bahia com 25.134 kg/ha (Anuário..., 1997).

As olerícolas de modo geral, e em particular a batata, são culturas que demandam grandes quantidades de fertilizantes, de 2 até 4 t/ha de formulados como o 4-14-8, sendo que a exportação de nutrientes, em média, ocorre em quantidades bem inferiores à adubação que é normalmente empregada pelos

agricultores. Este fato, associado ao elevado custo do fertilizante, leva a indagar sobre a possibilidade de utilização desta adubação residual, através de culturas de rotação.

A recomendação de adubação para o plantio da batata em Minas Gerais é da ordem de 60 kg/ha de nitrogênio (N), de 100 a 300 kg/ha de fósforo (P_2O_5) e de 60 a 180 kg/ha de potássio (K_2O), acrescida de 120 kg/ha de N em cobertura (Comissão..., 1989a). No Rio Grande do Sul e Santa Catarina são recomendados de 60 a 120 kg/ha de N (incluindo a adubação de base mais cobertura e dependendo do teor de matéria orgânica do solo), de 80 a 300 kg/ha de P_2O_5 (dependendo das quantidades detectadas pela análise e da textura do solo) e de 90 a 210 kg/ha de K_2O , dependendo do teor de potássio do solo (Comissão..., 1989b). Apesar destas recomendações já serem elevadas, a Comissão de Fertilidade do Solo de Goiás (1988) recomenda, para solos de baixa fertilidade, adubações bem superiores, 66,7% maior em P_2O_5 e 66,7% maior em K_2O .

Além disso, a maioria dos agricultores geralmente também utiliza adubações muito maiores do que as preconizadas pela pesquisa, conforme salientam Dessimoni et al (1976), Filgueira (1982), Lima (1984) e Sangoi e Kruse (1994). Isto se deve, principalmente, à existência de inúmeros trabalhos de pesquisa mostrando respostas da cultura à aplicação de altas doses de fertilizantes, como os de Crisostomo et al. (1983), Fontes, Paula e Mizubutti (1987), Delazari, Zangrande e Filho (1989), Sangoi e Kruse (1994), Peixoto, Garcia e Martins (1996), Fontes, Rocha e Martinez (1997) e Paiva (1997). Em alguns desses trabalhos, obtiveram-se respostas da cultura a doses tão elevadas quanto 360 kg/ha de N, 990 kg/ha de P_2O_5 e 390 kg/ha de K_2O .

De maneira geral, no Brasil as quantidades de fósforo recomendadas na cultura de batata variam com o sistema de produção. Sem irrigação, variam de 160 a 200 kg de P_2O_5 /ha (Dias, 1986) e, para culturas irrigadas, aconselha-se o

emprego de doses de até 800 kg/ha de P_2O_5 (Crisóstomo et al., 1983; Fontes, Paula e Mizubutti, 1987 e Fontes e Fontes, 1991).

Recomendações de fósforo para a cultura da batata em países de clima tropical são geralmente maiores que em países de clima temperado (apesar das maiores produtividades destes últimos), haja visto, as recomendações de 60 a 120 kg/ha de P_2O_5 na Alemanha, de 70 a 110 kg/ha P_2O_5 na Holanda e de 120 a 220 kg/ha de P_2O_5 nos Estados Unidos (Gruner, 1963 e De Geus, 1973 citados por Rocha, 1995).

A batata absorve elevadas quantidades de potássio (Boock e Freire, 1960; Filgueira, 1993), o nutriente mais extraído pela cultura (Silva Filho, 1985) e requerido para a obtenção de produções elevadas de tubérculos (Westermann et al., 1994b; Potash ..., 1990), além de influenciar sua qualidade (Westermann et al., 1994a). O potássio é requerido pelas plantas para translocação de açúcares e síntese de amido, e como os tubérculos de batata são ricos em amido, esta cultura tem alto requerimento de potássio (Rhue, Hensel e Kidder, 1986).

Segundo Reis Júnior (1995), as incidências de "crescimento secundário" e "coração oco", os teores de matéria seca e de amido e a gravidade específica, citadas como características que medem a qualidade dos tubérculos, são influenciadas pela adubação potássica.

Por outro lado, deveria ser evitada a utilização de doses excessivas de adubos potássicos, acima do requerimento da cultura (Westermann et al., 1994a), pois o excesso de adubação potássica, normalmente usado pelos produtores, possui pouco efeito sobre a produção e reduz a qualidade do tubérculo (Locascio, Bartz e Weigartner, 1992).

Este nutriente, apesar de ser aplicado no solo em quantidades menores que o fósforo e ser extraído em maiores quantidades pelas culturas, pode se manter disponível no solo através da sua capacidade de reciclagem, isto é, da sua devolução ao solo pelos restos de culturas ou através do processo de lavagem,

quando do amadurecimento fisiológico das plantas (Silva e Ritchey, 1982; Mielniczuk, 1982), além de se poder ainda considerar o efeito residual da adubação da cultura anterior.

De acordo com Figueira et al. (1995), existe comportamento diferencial de cultivares de batata em diferentes ambientes, fato que, certamente, também deverá ser considerado na adubação das lavouras.

2.2 Rotação de culturas e efeito residual da adubação

A rotação de culturas pode ser definida como sendo um sistema de alternar, em uma mesma área, diversas culturas que, de preferência, não tenham doenças e pragas em comum, em uma sequência previamente definida. É uma prática recomendada desde a antiguidade como método eficiente na diminuição de doenças e pragas (especialmente aquelas que afetam tubérculos e raízes), contribuindo para a diminuição do uso de defensivos agrícolas e, em consequência, redução da degradação do meio ambiente (Rotação..., 1998). A utilização da rotação de culturas resultou em aumentos do rendimento de grãos em arroz de sequeiro (Silveira, Zimmermann e Amaral, 1998) e trigo (Santos et al., 1998), atribuídos, pelo menos em parte, ao eficiente controle de doenças, principalmente relacionadas ao sistema radicular.

A rotação de cultivo pode propiciar também menor erosão do solo, maior estabilidade da produção, maior produtividade e qualidade, diversificação de cultivos, menor custo e, conseqüentemente, maior rentabilidade em função principalmente da qualidade do solo, a qual se torna superior com a melhoria de diversos fatores, incluindo atividade biológica, capacidade de retenção de água, disponibilidade de nutrientes e concentração de matéria orgânica (Batie et al., 1993, citados por Anderson et al., 1997), e que pode ser influenciada pelas

culturas utilizadas e ocorrências climáticas durante o cultivo (Silveira et al., 1999).

A rotação de culturas, segundo Arf et al. (1999), é benéfica à melhoria das condições físicas químicas e biológicas do solo, ao controle de plantas daninhas, bem como ao de doenças e pragas, à reposição de restos orgânicos, e à proteção do solo contra a ação dos agentes climáticos.

A influência das culturas depende do seu padrão de extração de nutrientes e da quantidade de massa vegetal produzida. Os plantios realizados com rotação afetam a qualidade do solo e, muitas vezes, têm maiores rendimentos que aqueles realizados em monocultura. Este diferente rendimento tem sido chamado de "efeito rotação". Na bibliografia disponível, os efeitos da rotação têm resultado das contribuições de nitrogênio pelas leguminosas (Bruulsema e Christie, 1987; Harris e Hesterman, 1990), da menor incidência de doenças (Rotação..., 1998), diminuição de nematóides formadores de galhas (Arf et al. 1999), interrupções do ciclo de pragas (Cook, 1988, citado por Anderson et al., 1997), efeitos sobre a umidade do solo (Roder et al., 1989), efeitos alelopáticos (Raimbault, Vyn e Tollenaar, 1990; Anderson e Cruse, 1995 citados por Anderson et al., 1997; Miller, 1996; Fenille e Souza, 1999) e melhorias na fertilidade e propriedades físicas do solo (McVay, Radcliff e Hargrove, 1989; Karlen et al., 1990; Raimbault e Vyn, 1992). A melhora nas condições físicas do solo pode promover maior crescimento radicular e aumentar o uso de nitrogênio do solo e do fertilizante nitrogenado (Torbert, Reeves e Mulvaney, 1996). Os efeitos da rotação que podem ser simulados pela utilização de fertilização nitrogenada têm sido chamados de efeitos "N rotação", enquanto os demais efeitos têm sido chamados de efeitos da rotação não devidos ao N (Pierce e Rice, 1988, citados por Anderson et al., 1997).

Torna-se importante, portanto, considerar o tipo de rotação, como constatado por Wiethölter (1997). Na ausência de adubação nitrogenada, a

produção de trigo foi 17,4% maior quando cultivado após soja do que após milho, sugerindo que o trigo poderia ser cultivado na resteva de soja, empregando-se cerca de 30 kg de N/ha a menos do que se cultivado após a cultura de milho, com rendimentos semelhantes.

No "cinturão do milho", nos Estados Unidos, o milho cultivado continuamente tem repetido menores rendimentos que o milho em rotação. Milho cultivado várias vezes depois de milho tem rendimento 5 a 15% menor que milho seguido de soja, a qual tem contribuído em nitrogênio para o solo (Benson, 1985, citado por Anderson et al., 1997; Crookston et al., 1991).

Webb, Sylvester-Bradley e Seeney (1997), analisando a resposta de trigo e cevada ao fertilizante nitrogenado residual aplicado no cultivo precedente da batata, em três tipos de solos e seis locais na Inglaterra, no período 1989-1994, concluíram que com as doses de fertilizante nitrogenado normalmente recomendadas para batata, o nitrogênio requerido pelo subsequente cultivo de cereais poderia ser reduzido entre 20 a 40 kg/ha de N em solos que retêm este nutriente, mas não em solos mais arenosos.

Lantmann et al. (1997) observaram, em Londrina-PR, com a sucessão trigo/soja em Latossolo Roxo distrófico, que este solo mantém o nível de fertilidade originalmente alto durante os primeiros três anos, tornando dispensável a adubação para o cultivo de soja. Quando os níveis de P e K no solo se aproximam dos índices críticos, a adubação praticada para a soja influi positivamente no trigo cultivado em sucessão à soja, concordando em parte com os resultados obtidos por Borkert et al (1997), pois estes autores relataram que a disponibilidade de K trocável para o milho sob irrigação em pivô central, foi diminuída por cultivos de soja e trigo num período de dez anos, em Latossolos Roxo eutrófico, Roxo distrófico e Roxo álico.

Macedo, Haag e Gallo (1977) observaram que a batata absorveu apenas 10 a 20% dos 300 kg de P_2O_5 aplicados por hectare, concluindo que a adubação

aplicada no plantio fornece importante contribuição residual desse nutriente ao solo. Para avaliar o efeito residual da cultura da batata sobre a cultura subsequente da cebola, Finger e Fontes (1995) testaram sete doses de fósforo (0, 40, 80, 160, 320, 640 e 1280 kg P_2O_5 /ha), juntamente com seis doses de potássio (0, 60, 120, 240, 480 e 960 kg K_2O /ha), e obtiveram aumentos significativos na produção comercial de bulbos de cebola, da ordem de 94% com a maior dose de fósforo, enquanto o potássio não afetou significativamente nenhuma das características avaliadas.

Grewal, Trehan e Sharma (1983), estudando o efeito residual das adubações fosfatada e potássica e do esterco animal aplicados na cultura da batata por 10 anos consecutivos (1970-79) sobre a produção da própria cultura, verificaram que aplicações anuais de 88 kg/ha P + 125 kg/ha K ou 30 t/ha de esterco de curral tiveram efeito residual significativo sobre o rendimento de tubérculos, que foi maior que o efeito residual de 44 kg/ha de P. Aplicações bianuais destes fertilizantes e esterco de curral também tiveram efeito residual significativo na primeira produção de batata, mas diminuiu na segunda e terceira. O efeito residual de 10 aplicações anuais de P e K foi maior que aquele com 5 aplicações bianuais, mas não houve diferenças entre os dois sistemas quanto ao esterco. O aumento no teor de P e K nos tubérculos mostrou resultado similar àquele do rendimento de tubérculos e ambas as características (rendimento e P e K acumulados) foram positivamente correlacionadas com os teores de P e K disponíveis no solo. Este último resultado é coerente com o reportado por Locascio e Rhue (1990), os quais constataram aumento de produção de 3,3 t/ha de tubérculos quando o teor de fósforo do solo foi elevado de 16 para 30 mg/kg, pela adição de 89,60 kg/ha de fósforo na forma de superfosfato triplo.

Em solos com altos teores de fósforo (40-80 mg/kg, pelo extrator Bray-1), a adição de fertilizante fosfatado não afeta a produção nem a qualidade de

tubérculos de batata, conforme constataram Rykbost, Christensen e Maxwell (1993). O alto teor de P no solo certamente foi também a razão para Sparrow e Salardini (1997) não encontrarem efeito residual da adubação da batata sobre as culturas subsequentes de batata e cenoura.

Reis Júnior (1995), estudando a adubação potássica de duas safras de batata no mesmo local, verificou ser mais vantajoso utilizar o efeito residual da dosagem que proporcionou a máxima produção no primeiro experimento, do que utilizar o efeito residual da maior dosagem.

O aproveitamento do adubo residual é possível, principalmente com relação ao fósforo, devido ao seu elevado poder de fixação no solo e, em posição intermediária, ao potássio, com menor capacidade de perda por lixiviação. Com isto, permanecem no solo durante um período maior de tempo. No caso do nitrogênio, por se tratar de um nutriente facilmente perdido por lixiviação, principalmente através da umidade do solo e das precipitações, seu aproveitamento residual é menor. O seu aproveitamento, no entanto, é possível em solos mais argilosos, que o retêm mais facilmente, pela sua maior disponibilidade no solo ou devido à utilização de altas doses, como as aplicadas à cultura da batata (Campbell, Davidson e Warder, 1977; Campbell et al., 1983).

Devido principalmente às elevadas adubações, o custo de produção da batata se torna relativamente alto, o que exige um melhor aproveitamento do potencial destas adubações. Uma boa opção para o bataticultor seria a utilização da rotação com as culturas do milho e/ou feijão, presentes na maioria das propriedades agrícolas da região e que representariam considerável melhoria na produção de silagem de milho a ser usado na propriedade ou no rendimento de grãos de milho e/ou feijão, de forma a complementar a renda dos agricultores.

2.3 Respostas do milho à adubação residual

De acordo com Bull e Cantarella (1993), uma produtividade de milho da ordem de 9 t/ha de grãos requer a extração de 190, 39 e 196 kg/ha de N, P e K, respectivamente. Poucos trabalhos foram conduzidos com o intuito de verificar se estas quantidades podem ser supridas apenas pelo efeito residual da cultura anterior.

Valentini et al. (1999), avaliando o efeito residual da adubação do tomate para o cultivo subsequente do milho com a variedade BR-106, em dois locais e dois anos de cultivo, concluíram que não houve a necessidade de adubação suplementar da gramínea, mesmo se tratando de um solo com 50% de areia.

Com relação ao efeito residual do potássio, Viégas e Freire (1958) observaram, em cultura contínua do milho por seis anos, que houve aumento do número de plantas com espigas, do peso das espigas e, conseqüentemente, do rendimento dos grãos. Este efeito residual, entretanto, pareceu variar com a dose de potássio aplicada e com o tipo e textura do solo.

Ritchey (1982), em trabalhos utilizando doses de K_2O na cultura do milho, observou que doses de 150 kg/ha, aplicadas a lanço, não apresentaram perdas significativas por lixiviação para camadas abaixo de 30 centímetros de profundidade; estas perdas, entretanto, já foram significativas com a aplicação de 300 kg/ha, enquanto 600 kg/ha provocaram perda equivalente a 60 kg/ha de K_2O .

Borkert et al. (1997) estudaram o efeito residual da adubação potássica sobre o rendimento do girassol e milho, em área experimental que recebeu durante 10 anos consecutivos, com as culturas de soja e trigo, adubações anuais de 0, 40, 80, 120, 160 e 200 kg K_2O /ha. Os ensaios de girassol e milho não receberam adubação e foram cultivados em três locais, com diferentes solos

(Latossolo Roxo distrófico-LRd, Latossolo Roxo álico-Lra e Latossolo Roxo eutrófico-LRe). No LRd não houve formação de espigas, e a produção de todas as parcelas foi zero. No LRe, mesmo após cinco anos de cultivo de soja sem aplicação de adubo potássico e um cultivo de girassol antes do milho, havia, ainda, nos tratamentos de 120, 160 e 200 kg/ha/ano de K_2O , teores no solo de, respectivamente, 0,11; 0,13 e 0,14 cmol_c. dm⁻³ de K, os quais proporcionaram rendimentos de grãos de 1.832, 2.678 e 3.000 kg/ha. Estes rendimentos certamente foram limitados pela fome oculta de K, pois o solo tinha possibilidades de produção de 10 a 15 toneladas por hectare de milho, como observado por Muzilli e Oliveira (1982). Na testemunha e nos tratamentos 40 e 80 kg/ha/ano de K_2O , após cinco anos de efeito residual sem aplicação de K, mesmo no LRe de alta fertilidade, este nutriente foi esgotado para níveis muito baixos, e, como consequência, limitou a absorção, mantendo a produção abaixo de 1.549 kg/ha, mesmo com teores dos outros nutrientes essenciais considerados adequados para altas produtividades.

O aproveitamento do nitrogênio das leguminosas em rotação também tem sido objeto de estudo. Gallo et al. (1981 e 1983) obtiveram, em quatro anos consecutivos, maiores aumentos na produção de milho com a soja anterior do que com a aplicação de 60 kg de N/ha. Cada ano de cultivo com a leguminosa proporcionou, em média, 464 kg de grãos de milho/ha. Este fato já poderia ser esperado em decorrência do nitrogênio ser facilmente perdido por lixiviação, principalmente através da umidade do solo e das precipitações (Campbell, Davidson e Warder, 1977 e Campbell et al., 1983).

2.4 Respostas do feijoeiro à adubação residual

No caso do feijão, para cada tonelada de grãos ocorre uma extração da ordem de 35 kg de nitrogênio, 4 kg de fósforo e 15 kg de potássio (Oliveira,

Araújo e Dutra, 1996). Poderia a adubação residual de uma cultura anterior suprir as quantidades adequadas a altas produtividades?

Miyasaka et al. (1965), avaliando em três safras consecutivas o efeito da adubação verde (lablab) e da calagem na cultura do feijoeiro em diferentes situações, incluindo ausência e presença de adubação fosfatada corretiva, NPK e seus efeitos residuais, obtiveram resultado positivo do fósforo residual próximo a 123% em relação aos tratamentos sem fósforo, e de aproximadamente 194% em relação aos tratamentos que não receberam readubações. Nota-se que apesar de inferior ao das adubações adicionais, o efeito residual do fósforo foi bastante significativo, superior a 100%.

Mascarenhas e Miyasaka (1967), trabalhando com três doses de N (0, 20 e 40 kg/ha), três de P_2O_5 (0, 80 e 160 kg/ha) e duas de K_2O (0 e 30 kg/ha), em solos originalmente sob vegetação natural de cerrado ou campo (ácidos e pobres), observaram, no segundo ano, efeito residual positivo para o fósforo e inconsistente para o potássio.

Goepfert (1972), estudando o efeito residual das doses 0, 100 e 200 kg/ha de P_2O_5 em cinco cultivares de feijoeiro, verificou efeito positivo deste nutriente já no segundo ano de cultivo, que recebeu apenas adubação nitrogenada. Apesar do efeito residual positivo, este poderia ter sido maior, pois o teor de P no solo era de apenas 17 ppm, extraído pelo Método Carolina do Norte. O solo era franco arenoso (Podzólico Vermelho-Amarelo).

Stone, Silveira e Zimmermann (1994), trabalhando com sucessão arroz-feijão sob irrigação por pivô central, em um Latossolo Vermelho-Escuro de Santo Antônio de Goiás-GO, verificaram que o aumento da adubação aplicada ao arroz elevou os teores de K e P nas camadas de solo de 0-20 cm e 20-40 cm, evidenciando o seu efeito residual para a segunda cultura. O aumento nas doses de adubo aplicadas ao feijoeiro, por sua vez, também elevou os teores de K e P no solo após o cultivo desta leguminosa.

Na mesma sucessão arroz-feijão, Stone, Silveira e Zimmermann (1994) verificaram teor de K inferior no solo após o cultivo do arroz em comparação ao observado após o feijoeiro. Isto foi atribuído à maior lixiviação ocorrida na estação chuvosa, conforme também constatou Souza et al. (1979), Morais (1991), e Oliveira, Smyth e Bonetti (1992). Quanto ao feijoeiro, cujo cultivo foi feito na estação seca, a lixiviação deve ter sido mínima devido ao controle da irrigação.

Oliveira et al. (1994) avaliaram o comportamento de dez cultivares de feijão em relação ao efeito residual da adubação da cultura precedente da batata, em três épocas de plantio, e obtiveram incremento de 4,4% na produtividade quando as cultivares receberam a adubação completa e de 1,7% quando receberam somente adubação de cobertura, evidenciando que o cultivo do feijão em sucessão à batata é uma prática economicamente viável devido à utilização dos fertilizantes da cultura anterior, sem a necessidade de adubações adicionais.

Silveira e Dutra (1990) concluíram que o feijoeiro cultivado após o arroz em Latossolo Vermelho-Escuro, sob irrigação por pivô central, apresentou melhor desenvolvimento, maior produtividade e maiores teores de N, P, K, Zn, Ca, Mg, Fe e Mn do que quando cultivado após o milho. Este resultado confirma o já comentado efeito das culturas de rotação no sistema e, enfim, sobre a produtividade.

2.5 Resposta diferencial de cultivares de milho e de feijão à adubação

A exigência em nutrientes é uma característica que diferencia cultivares. Quando cultivares diferem com respeito a resposta à adubação com determinados nutrientes minerais, há a hipótese de que estejam atuando mecanismos geneticamente controlados, podendo-se esperar diferenças acentuadas entre cultivares de uma mesma espécie, sendo o processo

provavelmente controlado por numerosos genes quando se tratam de variações quantitativas (Epstein e Jefferies, 1964).

Quando uma cultivar rústica produz bem em condições de baixa fertilidade do solo ou baixo nível de uso de adubo é porque, provavelmente, é menos exigente ou mais eficiente em relação a um ou mais dos macronutrientes primários (NPK).

De acordo com Blum (1985), existem trabalhos de pesquisa que indicam a existência de variabilidade genética em plantas para tolerância a diferentes condições de estresse, incluindo deficiência ou escassez de nutrientes. Esta afirmativa é reforçada por trabalhos como os de Goepfert (1972) e Salinas e Sanchez (1976), entre outros. Na maior dose (200 kg de P_2O_5 /ha), Goepfert (1972) não observou diferenças de produtividade entre as variedades, mas nas menores doses (100 e 200 kg/ha de P_2O_5), houve comportamento diferencial das variedades empregadas (Rico, Venezuela, M 69/60 e Cuva, que superaram a Terra Velha). Salinas e Sanchez (1976) verificaram, em Brasília, comportamento diferencial de 18 cultivares de feijão: as cultivares Carioca, Ricopardo 869, Costa Rica, 37-R e Ricobaio 1014 foram as mais tolerantes às condições de toxicidade de alumínio e pobreza de fósforo no solo, enquanto Diacol Nutibara, Caraota 260, Blue Lake 141 e Manteigão Fosco 11 foram as mais sensíveis. Miranda e Lobato (1978), na mesma localidade, constataram que a Ricopardo 896 foi mais produtiva nessas condições adversas, quando comparada à Carioca, Rico 23, Diacol e Jalo. Junqueira Netto, Sosa e Rezende (1980), em Três Pontas, Minas Gerais, identificaram as cultivares Ricopardo 896, NEP-2, Manteigão Preto 20 e Carioca como as mais tolerantes a baixo nível de P no solo, enquanto as cultivares Caraota 260 e Jalo EEP-558 foram as mais sensíveis.

Mesquita Filho, Miranda e Kluthcovski (1982), trabalhando com 15 cultivares de feijão, verificaram que quando o fósforo não foi limitante, tornou-se possível separar as cultivares em quatro grupos com relação à tolerância ao

alumínio, sobressaindo a Rico 23 como tolerante e a Manteigão Fosco 11 como muito tolerante. Ramalho, Pinto e Carvalho (1982), trabalhando em casa de vegetação com 60 cultivares de feijão, verificaram que, entre outros, Dade, Carioca, Ricopardo 896 e IPA 1 revelaram-se tolerantes à alta saturação de alumínio.

· Pesquisas salientam também comportamento diferencial de cultivares em resposta a níveis de adubação. Miranda e Lobato (1978), em Brasília, verificaram comportamento diferencial das cultivares de feijão Carioca 1031, Rico 23, Rico Pardo 896, Diacol Nutibara 2350 e Jalo 251 em relação a doses de calcário e de fósforo na forma de super fosfato triplo. Delazari (1981), no Espírito Santo, avaliando doses de nitrogênio e fósforo nas cultivares de feijão Cornell 49-242, Manteigão Fosco 11 e Ricobaio 1014, obteve este efeito apenas para as doses crescentes de nitrogênio e, apesar dos acréscimos de produtividades obtidos através da adição de fósforo, o comportamento destas cultivares foi semelhante.

Ronzelli Júnior et al. (1985), estudando o comportamento de 17 cultivares comerciais de feijão em Curitiba, em relação a doses de calcário e fósforo, observaram comportamento diferencial das cultivares tanto para o calcário quanto para o fósforo. Já na pesquisa realizada por Silva (1988) em Minas Gerais, com as cultivares de feijão Carioca, Eriparsa e Rio Tibagi, em três doses de nitrogênio (0, 50 e 100 kg/ha), foi possível observar comportamento diferencial, com destaque para a Eriparsa, que não apresentou acréscimo de produtividade com o aumento das doses de N.

Miranda (1993), também em Minas Gerais, observou que treze cultivares de feijão comportaram-se diferencialmente em vinte ensaios, sendo dez com 350 kg/ha e dez com 700 kg/ha do formulado 4-14-8. Por outro lado, Amane et al. (1994), avaliando 17 cultivares em Minas Gerais, com doses de

nitrogênio associadas ou não ao molibdênio, obtiveram comportamento diferencial apenas em um dos três locais avaliados.

A cultivar Ouro Negro mostrou-se mais produtiva que as cultivares Jalo Esal, Emgopa Ouro, Carioca-MG e Roxo 90, quando da utilização de doses de adubação potássica aplicadas totalmente no plantio e/ou em cobertura via fertirrigação, em Lavras-MG (Pedroso, 1997).

Também em Lavras, Garrido (1998) obteve aumento no rendimento de grãos de feijoeiros até a dose de 120 kg de N/ha e ressaltou o comportamento diferencial de cultivares, com a cultivar Ouro Negro se destacando novamente como a mais produtiva, quando comparada com Carioca-MG, Emgopa Ouro e Roxo 90.

No Rio Grande do Sul, Piana et al. (1999) avaliaram a adaptabilidade e estabilidade do rendimento de grãos de onze cultivares de feijoeiro, concluindo que as cultivares Minuano, Macotaço, CNP 5491 e Macanudo foram as mais produtivas e melhor adaptadas aos ambientes considerados.

Stone e Pereira (1994), em Goiás, avaliaram o efeito de 300 ou 500 kg/ha da fórmula 4-30-16 aplicados nos feijoeiros depois de 250, 400 e 550 kg/ha da mesma fórmula, aplicados à cultura anterior de arroz. As cultivares de feijão Emgopa 201-Ouro, TC 1558-1, Carioca, Mineiro Precoce, Safira e RH 7-23 mostraram comportamento diferencial com relação à adubação nos feijoeiros e à adubação da cultura precedente.

Quando se consideram cultivares de milho, sabe-se que existe um grande número de materiais disponíveis no mercado para os produtores, variando das mais rústicas às mais exigentes. Deve-se considerar, portanto, a possibilidade de também existirem comportamentos diferenciados destas cultivares em diferentes níveis de fertilidade do solo.

Alguns trabalhos reforçam esta afirmativa. Dantas (1982), em São Paulo, utilizou as cultivares HMD-7974 (HMD7979), Centralmex e Piranão, em

8 agrupamentos de doses crescentes de N, P e K, para obter esta resposta diferencial: Sangoi (1990), em Santa Catarina, avaliou as cultivares de milho AG-28 C e Oeste, também verificando comportamento diferencial em relação a níveis de adubação.

Na Flórida, estudos sobre os efeitos da adubação inicial de arranque no crescimento de híbridos de milho com alto rendimento, em ambiente irrigado, realizados por Teare e Whight (1990), encontraram certa superioridade de alguns híbridos, enquanto outros não apresentaram o mesmo comportamento.

Muniz et al. (1996), em Minas Gerais, avaliando o comportamento de nove cultivares de milho (BR-201, C-606, AG-X, BR-106, C-901, P-3041, Ferro, AG-1043 e P-3072) em diferentes níveis de adubação (0, 300, 600 e 900 kg/ha da fórmula 19-14-8), concluíram que houve comportamento diferencial das cultivares com relação aos níveis de adubação. Resultado semelhante também foi obtido por Galon (1996) ao avaliar cultivares de milho com diferentes potenciais produtivos em relação à adubação nitrogenada.

Avaliando o desempenho de cultivares de milho em Minas Gerais, Monteiro e Cruz (1998) observaram que os híbridos foram superiores às variedades em rendimento de grãos, e ainda que o híbrido triplo AG-1051 apresentou maior adaptabilidade e maior rendimento de grãos, concordando, em parte, com Ribeiro e Santos (1998), os quais observaram maior produtividade média dos híbridos triplos em relação aos demais grupos. Neste último trabalho, o destaque de maior adaptabilidade foi o híbrido triplo HATÃ 3012.

Ainda em Minas Gerais, Veronesi et al. (1999) evidenciaram este comportamento diferencial de cultivares de milho com o emprego de três metodologias para avaliar a adaptabilidade e estabilidade de comportamento de vinte cultivares de milho.

No Estado do Acre, Costa et al. (1999), avaliando a adaptabilidade e estabilidade da produção de cultivares de milho, observaram comportamento

diferencial destas cultivares, sendo possível indicar as cultivares BR-5109 e BR 201 como as de ampla adaptabilidade e previsibilidade para o cultivo no Estado.

Os resultados obtidos por Simplicio (1996) ao estudar, em solução nutritiva, a resposta de quatro cultivares de milho (XL-38, XL-604, SINJAB 1 e BR-5036) a diferentes níveis de N, P, K e Al, permitiram afirmar que é possível orientar programas de melhoramento genético para obtenção de plantas mais eficientes na absorção e utilização de N, P, K e na tolerância ao Al, uma vez que características como comprimento de raiz, peso de matéria seca e conteúdo de N, P e K nas plantas parecem ser controladas por fatores genéticos intrínsecos à cada cultivar, além de ressaltar o comportamento diferencial das cultivares em relação às doses dos nutrientes avaliados. De certo modo, estes resultados concordam com os de pesquisas recentes nos Estados Unidos, as quais investigaram respostas de híbridos de milho à adubação inicial de arranque e encontraram que a mesma melhorou o estágio inicial de crescimento, o acúmulo de nutrientes e o rendimento de alguns híbridos, mas não apresentou nenhum efeito em outros híbridos (Gordon, Fjell e Whitney, 1997 citados por Gordon, Whitney e Fjell, 1998).

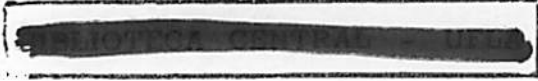
Como visto, pode ser encontrado comportamento diferencial entre cultivares de feijão e de milho com relação às mais variadas condições adversas, incluindo a adubação. Isto se deve, de modo geral, às modificações do sistema radicular, principalmente em profundidade e volume, à maior eficiência e/ou menor exigência em nutrientes para a sua absorção, translocação, metabolismo e acúmulo, ou ainda à maior eficiência fotossintética, traduzida em melhora na arquitetura da planta, seja em formato e/ou posição das folhas na planta. Ademais, a velocidade com que são lançados no mercado novos materiais genéticos, principalmente para o milho, exige avaliações periódicas, para melhor conhecimento sobre o seu comportamento.

3 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AMANE, M.I.V.; VIEIRA, C.; CARDOSO, A.A.; ARAÚJO, G.A. de A. Resposta de cultivares de feijão (*Phaseolus vulgaris* L.) às adubações nitrogenadas e molibídica. *Revista Ceres*, Viçosa, v.41, n.234, p.202-216, mar./abr. 1994.
- ANDERSON, I.C.; BUXTON, D.R.; KARLEN, D.L.; CAMBARDELLA, C. Cropping system effects on nitrogen removal, soil nitrogen, aggregate stability, and subsequent corn grain yield. *Agronomy Journal*, Madison, v.89, n.6, p.881-886, Nov./Dec. 1997.
- ANUÁRIO ESTATÍSTICO DO BRASIL. Rio de Janeiro: IBGE, v.57, 1997.
- ARF, O.; SILVA, L.S. da.; BUZETTI, S.; ALVES, M.C.; SÁ, M.E. de.; RODRIGUES, R.A.F.; HERNANDEZ, F.B.T. Efeito da rotação de culturas, adubação verde e nitrogenada sobre o rendimento do feijão. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, v.34, n.11, p.2029-2036, nov. 1999.
- BLUM, A. Breeding crop varieties for stress environments. *Plant Science*, Berkeley, v.2, p.199-238, 1985.
- BOOCK, O.J.; FREIRE, E.S. Adubação da batatinha. Experiências com doses crescentes de potássio. *Bragantia*, Campinas, v.19, n.37, p.599-619, jun. 1960.
- BORKERT, C.M.; SFREDO, G.J.; FARIAS, J.R.B., CASTRO, C. DE; SPOLADORI, C.L.; TUDIDA, F. Efeito residual da adubação potássica sobre girassol e milho, em três diferentes latossolos roxos. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, v.32, n.12, p.1227-1234, dez. 1997.
- BRUULSEMA, T.W.; CHRISTIE, B.R. Nitrogen contribution to succeeding corn from alfalfa and red clover. *Agronomy Journal*, Madison, v.79, n.1, p.96-100, Jan./Fev. 1987.
- BULL, L.T.; CANTARELLA, H. (eds). *Cultura do milho: fatores que afetam a produtividade*. Piracicaba: POTAFÓS, 1993. 301p.



- CAMPBELL, C.A.; DAVIDSON, H.R.; WARDER, F.G. Effects of fertilizer N and soil moisture on yield, yield components, protein content and N accumulation in the aboveground parts of spring wheat. **Canadian Journal of Soil Science**, Ottawa, v.57, n.3, p.331-328, Aug. 1977.
- CAMPBELL, C.A.; READ, D.W.L.; BIERDERBECK, V.O.; WINKLEMAN, G.E. The first 12 years of a long-term crop rotation stud in southwestern Saskatchewan-nitrite-N distribution in soil and N uptake by the plant. **Canadian Journal of Soil Science**, Ottawa, v.63, n.3, p.563-578, Aug. 1983.
- CAMPORA, P.S. Importância da adubação na qualidade de tubérculos e raízes. In: SÁ, M.R.; BUZZETI, S. **Importância da adubação na qualidade dos produtos agrícolas**. São Paulo: Ícone, 1994. p.357-373.
- COMISSÃO DE FERTILIDADE DE SOLOS DE GOIÁS. **Recomendações de corretivos e fertilizantes para Goiás: 5a. aproximação**. Goiânia: UFG/EMGOPA, 1988. 101p. (Informativo Técnico 1).
- COMISSÃO DE FERTILIDADE DO SOLO DO ESTADO DE MINAS GERAIS. **Recomendações para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais: 4ª aproximação**. Lavras, 1989a. 159p.
- COMISSÃO DE FERTILIDADE DO SOLO - RS/SC. **Recomendação de adubação e calagem para os Estados do Rio Grande do Sul e Santa Catarina**. 2. ed. Passo Fundo, 1989b. 128p.
- COSTA, J.G.; MARINHO, J.T. de S.; PEREIRA, R. de C.A.; LEDO, F.J. da S.; MORAES, R.N. de S. Adaptabilidade e estabilidade da produção de cultivares de milho recomendadas para o estado do Acre. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v.23, n.1, p.7-11, jan./mar. 1999.
- CRISOSTOMO, L.A.; CAMPOS, T.G. da S.; CORDEIRO, C.M.T.; CASTOR, O.S. Diferentes níveis da adubação da fórmula 4-14-8 na rentabilidade e resco da produção comercial da batata. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.18, n.3, p.205-212, mar. 1983.
- CROOKSTON, R.K.; KURLE, J.E.; COPELAND, P.J.; FORD, J.H.; LUESCHEN, W.E. Rotational cropping sequences affects yield of corn and soybean. **Agronomy Journal**, Madison, v.83, n.1, p.108-113, Jan./Fev. 1991.

- 
- DANTAS, J.P. Nutrição mineral e adubação comparada do sorgo *granífero* [*Sorghum bicolor* (L.) Moench] e do milho (*Zea mays* L.). Piracicaba: ESALQ, 1982. 126p. (Tese - Doutorado em Solos e Nutrição de Plantas).
- DELAZARI, P.C. Rendimento econômico de três cultivares de feijão (*Phaseolus vulgaris* L.) em função da aplicação de nitrogênio e fósforo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v.5, n.1, p.46-50, jan./abr. 1981.
- DELAZARI, P.C.; ZANGRANDE, M.B.; FILHO, N.D. Rendimento de batata em função do nitrogênio, fósforo e potássio em solos do Espírito Santo. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v.7, n.1, p.24-26, maio 1989.
- DESSIMONI, D.P.G.; OLIVEIRA FILHO, J.M. de; REZENDE, H.; BUENO, E.B.; SANTOS, H.L. dos. Adubação regional NPK de batata em Minas Gerais. Programa FAO-ANDA-ABCAR. **Revista de Olericultura**, Lavras, v.16, p.47-48, 1976.
- DIAS, C.A.C. **Batatinha uma cultura muito lucrativa para quem planta com cuidado**. São Paulo: Ícone, 1986. 101p.
- EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. EMBRAPA/CNPH. Centro Nacional de Pesquisa De Hortaliças. **Programa nacional de pesquisas de hortaliças**. Brasília, 1991. 42p.
- EPSTEIN, E.E.; JEFFERIES, R.L. The genetic basis of selective ion transport in plants. **Annual Review of Plant Physiology**, Palo Alto, v.15, p.169-84, 1964.
- FAO. **PRODUCTIONS YEARBOOKS**. Roma: FAO, 1998. v.52.
- FENILLE, R.C.; SOUZA, N.L. de. Efeitos de materiais orgânicos e da umidade do solo na patogenicidade de *Rhizoctonia solani* Kühn GA-4 HG1 ao feijoeiro. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.34, n.10, p.1959-1967, out. 1999.
- FILGUEIRA, F.A.R. **Manual de olericultura: cultura e comercialização de hortaliças**. 2. ed. São Paulo: Agronômica Ceres, 1982. v.2, 357p.
- FILGUEIRA, F.A.R. Nutrição mineral e adubação em bataticultura, no Centro-Sul. In: FERREIRA, M.E.; CASTELLANE, P.D.; CRUZ, M.C. **Nutrição e adubação de hortaliças**. Piracicaba: ABPPF, 1993. p.401-428.

- FILGUEIRA, F.A.R.; BANZATTO, D.A.; CHURATA-MASCA, M.G.C.; CASTELLANE, P.D. Interação genótipo x ambiente em batata. *Horticultura Brasileira*, Brasília, v.13, n.2, p.134-141, nov. 1995.
- FINGER, F.L.; FONTES, P.C.R. Efeito residual das adubações de P e K da batata sobre a produção e conservação pós-colheita da cebola. *Horticultura Brasileira*, Brasília, v.13, n.1, p.82, maio 1995.(resumo 095).
- FONTES, P.C.R.; FONTES, R.R. Efeito da aplicação de fósforo no solo e nas folhas, sobre a produtividade da batata. *Revista Ceres*, Viçosa, v.38, n.216, p.159-169, mar./abr. 1991.
- FONTES, P.C.R.; PAULA, M.B.de; MIZUBUTTI, A. Produtividade da batata sob a influência de níveis do fertilizante 4-14-8 e do superfosfato simples. *Revista Ceres*, Viçosa, v.34, n.191, p.90-98, jan./fev. 1987.
- FONTES, P.C.R.; ROCHA, F.A.T.; MARTINEZ, H.E.P. Produção de máxima eficiência econômica da batata em função da adubação fosfatada. *Horticultura Brasileira*, Brasília, v.15, n.2, p.104-107, nov. 1997.
- GALLO, P.B.; LAVORENTI, A., SAWAZAKI, E.; HIROCE, R. e MASCARENHAS, H.A.A. Efeito de cultivos anteriores de soja no produção e no teor de nitrogênio das folhas e dos grãos de milho. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, Campinas, v.5, n.1, p.64-67, jan./abr. 1981.
- GALLO, P.B.; LAVORENTI, A., SAWAZAKI, E.; HIROCE, R. e MASCARENHAS, H.A.A. Produção de milho afetada pelo nitrogênio mineral e cultivos anteriores com soja. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, Campinas, v.7, n.2, p.149-152, maio/ago. 1983.
- GALON, J.A. Adubação nitrogenada e potássica em cultivares de milho (*Zea mays* L.) com diferentes potenciais produtivos. Jaboticabal: UNESP, 1996. 88p. (Dissertação - Mestrado em Produção Vegetal).
- GARRIDO, M.A.T. Respostas do feijoeiro às lâminas de água e adubação nitrogenada. Lavras: UFLA, 1998. 205p. (Tese - Doutorado em Fitotecnia).
- GOEPFERT, C.F. Experimento sobre o feijoeiro residual da adubação fosfatada em feijoeiro (*Phaseolus vulgaris* L.). *Agronomia Sulriograndense*, Porto Alegre, v.8, n.1, p.41-47, 1972.

- GORDON, W.B.; WHITNEY, D.A.; FJELL, D.L. Starter fertilizer effects on grain sorghum hybrids grown on a soil high in residual phosphorus in a no-tillage environment. *Journal of Plant Nutrition*, Monticello, v.21, n.11, p.2403-2415, Nov. 1998.
- GREWAL, J.S.; TREHAN, S.P.; SHARMA, R.C. Residual effects of phosphorus and potassium fertilizers and farm-yard manure on potato yield, nutrient uptake and soil fertility. *Indian Journal of Agricultural Science*, New Delhi, v.53, n.1, p.68-72, jan. 1983.
- HARRIS, G.H.; HESTERMAN, O.B. Quantifying the nitrogen contribution from alfalfa to soil and two succeeding crops using nitrogen-15. *Agronomy Journal*, Madison, v.82, n.1, p.129-138, Jan./Fev. 1990.
- JUNQUEIRA NETO, A.; SOSA, P.M.; REZENDE, P.M. de. Differential response of bean varieties (*Phaseolus vulgaris* L.) to low available phosphorus. *Annual Report of the Bean Improvement Cooperative*, v.23, p.57-58, 1980.
- KARLEN, D.L.; ERBACH, D.C.; KASPER, T.C.; COLVIN, E.C.; BERRY, E.C.; TIMMONS, K.R. Soil tillage: A review of past perceptions and future needs. *Soil Science Society of American Journal*, Madison, v.54, n.1, p.153-161, Jan./Fev. 1990.
- LANTMANN, A.F.; OLIVEIRA, M.C.N. de; ROESSING, A.C.; SFREDO, G.J. Produtividade do trigo em sucessão a soja não fertilizada em Latossolo Roxo Distrófico. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, v.32, n.3, p.257-265, mar. 1997.
- LIMA, J. de A. Nutrição mineral da batata. Brasília: EMBRAPA/CNPQ, 1984. 23p. (Apostila divulgada no curso de Nutrição e Adubação de Hortaliças, realizado em Brasília de 25 a 29 de junho de 1984).
- LOCASCIO, S.J.; BARTZ, J.A.; WEIGARTNER, D.D. Calcium and potassium fertilization of potato yield and tissue Ca and K concentration. *American Potato Journal*, Orono, v.69, n.2, p.95-104, Fev. 1992.
- LOCASCIO, S.J.; RHUE, R.D. Phosphorus and micronutrient sources for potato. *American Potato Journal*, Orono, v.67, n.4, p.217-226, Apr. 1990.

- MACEDO, M.C.M.; HAAG, H.P.; GALLO, J.R. Nutrição mineral de hortaliças. XXI - Absorção de nutrientes por cultivares nacionais de batatinha (*Solanum tuberosum* L.). Anais da Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Piracicaba, v.34, n.1, p.179-229, 1977.
- MASCARENHAS, H.A.A.; MIYASAKA, S. Adubação mineral do feijoeiro. *Bragantia*, Campinas, v.22, n.26, p.303-316, jun. 1967.
- McVAY, K.A.; RADCLIFF, D.E.; HARGROVE, W.L. Winter legume effects on soil properties and nitrogen fertilizer requirements. *Soil Science Society of American Journal*, Madison, v.53, n.6, p.1856-1862, Nov./Dec. 1989.
- MESQUITA FILHO, M.V.; MIRANDA, L.N.; KLUTHCOVSKI, J. Avaliação de cultivares de feijão para sua tolerância à toxicidade de alumínio com relação à disponibilidade de fósforo em solo de cerrado. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, Campinas, v.6, n.1, p.43-46. jan./fev. 1982.
- MIELNICZUK, J. Avaliação da resposta das culturas ao potássio em ensaios de longa duração - experiências brasileiras. In: YAMADA, T. Potássio na agricultura brasileira. Piracicaba: Instituto da Potassa & Fosfato, 1982. p.289-303.
- MILLER, D.A. Allelopathy in forage crop systems. *Agronomy Journal*, Madison, v.88, n.6, p.854-859, Nov./Dec. 1996.
- MIRANDA, G.V. Comparação de métodos de avaliação da adaptabilidade e estabilidade do comportamento de cultivares: exemplo com a cultura do feijão (*Phaseolus vulgaris* L.). Viçosa: UFV. 1993. 120p. (Dissertação - Mestrado em Genética e Melhoramento).
- MIRANDA, L.N.; LOBATO, E. Tolerância de variedades de feijão e de trigo ao alumínio e à baixa disponibilidade de fósforo no solo. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, Campinas, v.2, n.1, p.44-50, jan./abr. 1978.
- MIYASAKA, S.; FREIRE, E.S.; MASCARENHAS, H.A.A.; IGUE, T. Adubação verde, calem e adubação mineral do feijoeiro em solo com vegetação de cerrado. *Bragantia*, Campinas, v.24, n.26, p.321-338, maio 1965.

- MONTEIRO, M.A.T.; CRUZ, J.C. Desempenho de cultivares de milho para produção de grãos e forragem, no estado de Minas Gerais. *Ciência e Agrotecnologia*, Lavras, v.22, p.144-145, 1998. Suplemento.
- MORAES, J.F.V. Movimento de nutrientes em Latossolo Vermelho-Escuro. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, v.26, n.1, p.85-97, jan. 1991.
- MUNIZ, J.A.; RAMALHO, M.A.P.; GONÇALVES, G.A.; MUNIZ, J.A. Avaliação da estabilidade de cultivares de milho em diferentes níveis de adubação e locais na região de Lavras-MG. *Ciência e Agrotecnologia*, Lavras, v.20, n.3, p.267-274, jul./set. 1996.
- MUZILLI, O.; OLIVEIRA, E.L. Nutrição e adubação. In: FUNDAÇÃO INSTITUTO AGRONÔMICO DO PARANÁ. *O milho no Paraná*. Londrina, 1982. p. 83-104.
- OLIVEIRA, A. F. de; PINTO, C.A.B.P.; RAMALHO, M.A.P.; BARBOSA, M.N.P.; PÁDUA, J.G. de. Aproveitamento de resíduos de adubação da batata através do cultivo sucessivo com feijão. *Horticultura Brasileira*, Brasília, v.12, n.1, p.94, maio 1994. (resumo 161).
- OLIVEIRA, I.P. de; ARAÚJO, R.S.; DUTRA, L.G. Nutrição mineral e fixação biológica do nitrogênio. In: ARAÚJO, R.S.; RAVA, C.A.; STONE, L.F.; ZIMMERMANN, M.J. de O.(coord.) *Cultura do feijoeiro comum no Brasil*. Piracicaba: POTAFOS, 1996. p. 269-221.
- OLIVEIRA, L.A. de; SMYTH, T.J.; BONETTI, R. Efeito de adubações anteriores na nodulação e rendimento da soja e do feijão-caupi num Latossolo Amarelo da Amazônia. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, Campinas, v.16, n.2, p.195-201, maio/ago. 1992.
- PAIYA, H.F. de. Influência das adubações nitrogenada e potássica na incidência de *Erwinia* spp. e *Alternaria solani* (ELL.&MART.) JONES & GROUT na cultura da batata (*Solanum tuberosum* L.). Lavras: UFLA, 1997. 64p. (Dissertação - Mestrado em Fitopatologia).
- PEDROSO, F. L. Comportamento do feijoeiro (*Phaseolus vulgaris* L.) em relação à adubação potássica. Lavras: UFLA, 1997. 66p. (Dissertação - Mestrado em Fitotecnia).

- PEIXOTO, J.R.; GARCIA, C.A.; MARTINS, J.F. Produtividade de batata cv. Achat em função de doses de NPK e B. *Horticultura Brasileira*, Brasília, v.14, n.2, p.232-235, nov. 1996.
- PIANA, C.F. de B.; ANTUNES, I.F.; SILVA, J.G.C. da.; SILVEIRA, E.P. Adaptabilidade e estabilidade do rendimento de grãos de genótipos de feijão. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, v.34, n.4, p.553-564, abr. 1999.
- POTASH AND PHOSPHATE INSTITUTE, CANADÁ. Potássio: necessidade e uso na agricultura moderna (Pots: its need e use in modern agriculture). Piracicaba: POTAFÓS, 1990. 45p.
- RAIMBAULT, B.A.; VYN, T.J. Crop rotation and tillage effects on corn growth and soil structural stability. *Agronomy Journal*, Madison, v.83, n.6, p.979-985, Nov./Dec. 1992.
- RAIMBAULT, B.A.; VYN, T.J.; TOLLENAAR, M. Corn response to rye cover crop management and spring tillage systems, *Agronomy Journal*, Madison, v.82, n.6, p.1088-1093, Nov./Dec. 1990.
- RAMALHO, M. A.; PINTO, C.A.B.P.; CARVALHO, M.A. de. Tolerância do feijoeiro (*Phaseolus vulgaris* L.) a níveis de saturação de alumínio, em solo sob vegetação de cerrado. *Ciência e Prática*, Lavras, v.6, n.1, p. 55-62, jan./jun. 1982.
- REIS JÚNIOR, R. dos A. Produção, qualidade de tubérculos e teores de Potássio no solo e no pecíolo de batateira em resposta à adubação potássica. Viçosa: UFV, 1995. 108p. (Dissertação - Mestrado em Fitotecnia).
- RHUE, R.D.; HENSEL, D.R.; KIDDER, G. Effect of K fertilization on yield and leaf nutrient concentrations of potatoes grown on a sandy soil. *American Potato Journal*, Orono, v.63, n.12, p.665-681, Dez. 1986.
- RIBEIRO, P.H.E.; SANTOS, M.X. dos. Adaptabilidade e estabilidade de cultivares de milho em diferentes épocas de semeadura, níveis de adubação e locais do estado de Minas Gerais. *Ciência e Agrotecnologia*, Lavras, v.22, p.166-168, 1998. Suplemento.

RITCHEY, K.D. O potássio nos Oxissolos e Ultissolos dos trópicos úmidos. Piracicaba, Instituto Internacional do Potassa (EUA – SUIÇA), 1982. 69p. (Boletim técnico, 7).

ROCHA, F.A.T. Crescimento, produção e qualidade de tubérculos de batata em função da fertilização fosfatada. Viçosa: UFV, 1995. 77p. (Dissertação - Mestrado em Fitotecnia).

RÖDER, W.; MASON, M.D.; CLEGG, M.D.; KNIEP, K.R. Yield-soil water relationships in sorghum-soybean cropping systems with different fertilizer regimes. *Agronomy Journal*, Madison, v.18, n.3, p.470-475, May/June 1989.

RONZELLI JUNIOR, P.; VIEIRA, C.; BRAGA, J.M.; SEDIYAMA, C.S. Resposta de cultivares de feijão (*Phaseolus vulgaris* L.) à calagem e adubação fosfatada. *Revista Ceres*, Viçosa, v.32, n.184, p.500-524, nov./dez. 1985.

ROTAÇÃO de culturas para a batata no litoral sul catarinense. *Agropecuária Catarinense*, Florianópolis, v.11, n.4, p.32. dez. 1998. (Pesquisa em andamento).

RYKBOST, K.A.; CHRISTENSEN, N.W.; MAXWELL, J. Fertilization of Russet Burbank in short-season environment. *American Potato Journal*, Orono, v.70, n.10, p.699-710, Oct. 1993.

SALINAS, J.G.; SANCHEZ, P.A. Tolerance to aluminum toxicity and low available soil phosphorus. In: *Agronomic economic research on tropical soils: annual report for 1975*. Raleigh: North Carolina State University. Soil Science Department, 1976. p. 40-65.

SANGOI, L. Arranjo de plantas e características agronômicas de genótipos de milho em dois níveis de fertilidade. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, v. 25, n.7, p. 945-953, jul. 1990.

SANGOI, L.; KRUSE, N.D. Doses crescentes de nitrogênio, fósforo e potássio e características agronômicas da batata em dois níveis de pH. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, v.29, n.9, p.1.333-1.343, set. 1994.

- SANTOS, H.P. dos.; LHAMBY, J.C.B.; PRESTES, A.M.; REIS, E.M. Características agronômicas e controle de doenças radiculares de trigo, em rotação com outras culturas de inverno. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, v.33, n.3, p.277-288, mar. 1998.
- SILVA, A.J. da. Resposta de cultivares de feijão (*Phaseolus vulgaris* L.) à adubação nitrogenada. Lavras: ESAL, 1988. 85p. (Dissertação - Mestrado em Solos e Nutrição de Plantas).
- SILVA FILHO, A.V. da. Efeito residual da adubação da batata (*Solanum tuberosum* L.) sobre o Feijão-de-vagem (*Phaseolus vulgaris* L.) e milho verde (*Zea mays* L.) Lavras:ESAL, 1985. 120p.(Dissertação - Mestrado em Fitotecnia).
- SILVA, J.E.; RITCHEY, K.D. Acumulação diferencial de potássio em Oxissolos devido a lavagem do nutriente das plantas de milho para o solo. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, Campinas, v.6, n.3, p.183-188, set./dez. 1982.
- SILVEIRA, P.M.da; COBUCCI, T.; RIOS, G-P.; STONE, L.F.; SILVA, O.F. da. Sistemas agrícolas irrigados nos Cerrados. Santo Antônio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão, 1999. 63p.
- SILVEIRA, P.M. da; DUTRA, L.G. Influência da cultura precedente sobre a absorção de nutrientes pelo feijoeiro em sucessão. In: Reunião nacional de pesquisa de feijão, 3., 1990, Vitória, ES. Resumos... Vitória: EMCAPA, 1990. Resumos 231. (EMCAPA. Documentos, 62).
- SILVEIRA, P.M. da.; ZIMMERMANN, F.J.P.; AMARAL, A.M. do. Efeito da sucessão de culturas e do preparo do solo sobre o rendimento do arroz de sequeiro. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, v.33, n.6, p.885-890, jun. 1998.
- SIMPLICIO, J.B. Comparação entre cultivares de milho quanto à exigência em NPK e tolerância ao alumínio, em solução nutritiva. Jaboticabal: UNESP, 1996. 103p. (Dissertação - Mestrado em Produção Vegetal).
- SOUZA, D.M.G. de; RITCHEY, K.D.; LOBATO, E.; GOEDERT, W.J. Potássio em solo de cerrado. II. Balanço no solo. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, Campinas, v.3, n.1, p.33-36, jan./abr. 1979.

- SPARROW, L.A.; SALARDINI, A.A.** Effects of residues of lime and phosphorus fertilizer on cadmium uptake and yield of potatoes and carrots. **Journal of Plant Nutrition**, Monticello, v.20, n.10, p.1333-1349, Oct. 1997.
- STONE, L.F.; PEREIRA, A.L.** Sucessão arroz-feijão irrigados por aspersão: efeitos de espaçamento entre linhas, adubação e cultivar na produtividade e nutrição do feijoeiro. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.29, n.4, p.521-533, abr. 1994.
- STONE, L.F.; SILVEIRA, P.M.; ZIMMERMANN, F.J.P.** Características físico-hídricas e químicas de um Latossolo após adubação e cultivos sucessivos de arroz e feijão, sob irrigação por aspersão. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v.18, n.3, p.533-539, set./dez. 1994.
- TEARE, I.D.; WHIGHT, D.L.** Corn hybrid-starter fertilizer interaction for yield and lodging. **Crop Science**, Madison, v.30, n.6, p.1298-1303, Nov./Dec. 1990.
- TORBERT, H.A.; REEVES, D.W.; MULVANEY, R.L.** Winter legume cover crop benefits to corn: Rotation vs. fixed-nitrogen effects. **Agronomy Journal**, Madison, v.88, n.4, p.527-535, July/Aug. 1996.
- VALENTINI, L.; OLIVEIRA, L.A.A. de; MARQUES, L.G.C.; SOUZA, A.P. de; AGUIAR, M.** Milho em sucessão ao tomate na região noroeste fluminense. Niterói: PESAGRO, 1999. 4p. (PESAGRO. Comunicado Técnico, 243).
- VERONESI, J.A.; SILVA, J.C.; CRUZ, C.D.; REGAZZI, A.J.; SILVA, C.H.O.; SCAPIM, C.A.** Adaptabilidade e estabilidade de comportamento de vinte cultivares de milho em dez ambientes do estado de Minas Gerais. **Revista Ceres**, Viçosa, v.46, n.256, p.1-9, jan./fev. 1999.
- VIÉGAS, G.P.; FREIRE, E.S.** Adubação do milho. XI – Efeito residual do fósforo. **Bragantia**, Campinas, v.17, n.21, p.271-287, dez. 1958.
- WEBB, J.; SYLVESTER-BRADLEY, R.; SEENEY, F.M.** Responses of cereals to residual fertiliser nitrogen applied to the preceding potato crop. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, London, v.73, n.1, p.63-80, Jan. 1997.

WESTERMANN, D.T.; JAMES, D.W.; TINDALL, T.A.; HURST, R.L.
Nitrogen and potassium fertilization of potatoes: sugar and starch.
American Potato Journal, Orono, v.71, n.7, p.433-54, July 1994a.

WESTERMANN, D.T.; TINDALL, T.A.; JAMES, D.W.; HURST, R.L.
Nitrogen and potassium fertilization of potatoes: yield and specific gravity.
American Potato Journal, Orono, v.71, n.7, p.417-432, July 1994b.

WIETHÖLTER, S. Adubação nitrogenada para trigo cultivado após as culturas de soja e de milho, em sistema de plantio direto. In: SEMINÁRIO INTERNACIONAL DO SISTEMA PLANTIO DIRETO, 2., 1997, Passo Fundo, RS. Anais... Passo Fundo: EMBRAPA-CNPT, 1997. p.221-224.

**CAPITULO 2 RESPOSTA DIFERENCIAL DE CULTIVARES DE MILHO
AO EFEITO RESIDUAL DA ADUBAÇÃO DA BATATA**

RESUMO

KIKUTI, Hamilton. Resposta diferencial de cultivares de milho ao efeito residual da adubação da batata.*

Com o objetivo de avaliar a existência de comportamento diferencial de cultivares de milho em relação à adubação residual da batata, bem como averiguar o aproveitamento desta adubação pela cultura do milho foram conduzidos, em Lavras-MG, na safra 1998/99, dois experimentos com a cultura do milho em sucessão à da batata. Um deles foi instalado sem adubação do milho, procurando utilizar apenas a adubação residual da batata e o outro utilizou, além do mencionado resíduo, nova adubação para o milho, correspondente a 500 kg/ha de fertilizante formulado 4-14-8 no plantio e 50 kg/ha de N em cobertura, fonte sulfato de amônio. O delineamento experimental foi blocos ao acaso com quatro repetições. Os tratamentos utilizados foram seis variedades, um híbrido simples, dois híbridos duplos e três híbridos triplos de milho, totalizando doze cultivares. Por ocasião da colheita, foram avaliadas as alturas de planta e de primeira espiga, o índice de espigas e o rendimento de grãos. Os resultados da análise conjunta mostraram que é viável a utilização da adubação residual da batata, a qual permite obter boa produtividade com a cultura do milho em rotação. A adubação adicional da gramínea, apesar de elevar o rendimento de grãos, não se mostrou economicamente viável. Embora a interação cultivares x ambientes não tenha sido significativa, as cultivares de milho apresentaram diferentes magnitudes de resposta à adubação.

* Comitê Orientador: Messias José Bastos de Andrade - UFLA (Orientador) e Magno Antônio Patto Ramalho - UFLA (Co-orientador).

ABSTRACT

KIKUTI, Hamilton. Differential response of corn cultivars to the residual effect of the potato fertilization.*

With the objective of evaluating the existence of differential behavior of corn cultivars relative to the residual potato fertilization as well as assess the use of that fertilization by corn crop, two experiments with corn crop following that of potato were conducted in Lavras- MG, in the crop of 1998/99. One of them was set up without fertilization of the corn, seeking to utilize only the residual potato fertilization and the other utilized, in addition to the mentioned residue, new fertilization for corn, corresponding to 500 kg/ha of 4-14-8 formulated fertilizer at the planting and 50 kg/ha of N at dressing, source ammonium sulfate. The experimental design was in randomized block with four replications. The utilized treatments were six varieties, one simple hybrid, two double hybrids and three triple hybrids of corn, amounting to twelve cultivars. On the occasion of harvest were evaluated plant height and first ear height ear index and grain yield. The results of the joint analysis showed that use of the residual potato fertilization is viable which allows to obtain good yield with the corn crop in rotation. The additional fertilization of the grass in spite of raising grain yield did not prove to be economically viable. Although the cultivar x environment interaction was not significant, the corn cultivars presented different magnitudes of response to fertilization.

* Guidance comitee: Messias José Bastos de Andrade - UFLA (Major Professor) and Magno Antônio Patto Ramalho - UFLA.

1 INTRODUÇÃO

A batata (*Solanum tuberosum* L.) é nativa da América do Sul e ocupa o terceiro lugar entre os alimentos utilizados mundialmente para a nutrição humana (Filgueira, 1993). No Sul de Minas Gerais é a olerícola mais importante tanto em área cultivada como em preferência alimentar, o que torna a região a maior produtora do Estado.

Entre os problemas da cultura estão a ocorrência de patógenos e o alto custo de produção, devido especialmente ao grande uso de fertilizantes, que pode atingir até 6 t/ha (Ribeiro, 1999). Para maior viabilidade deste empreendimento agrícola, é necessário um eficiente programa de rotação de culturas, visando a diminuição do potencial de inóculo e, sobretudo, a utilização do resíduo destes fertilizantes.

Há algumas opções de culturas para a rotação com a batata, contudo, o milho se destaca porque a região é não só uma das maiores produtoras, como também consumidora, devido à grande bacia leiteira da região.

Em geral, a cultura do milho apresenta elevada resposta à adubação (Galon, 1996; Araújo, 1995; Ferreira, 1997; Pereira, 1997). Da mesma forma, também têm sido registradas respostas ao efeito residual da adubação quando as culturas anteriores são o tomate (Sá et al., 1990; Valentini et al., 1999), girassol, soja e trigo (Borkert et al., 1997), ou mesmo o próprio milho (Viégas e Freire, 1958). Estes resultados levam à expectativa de que o milho também possa responder ao efeito residual das altas doses de fertilizantes utilizadas na cultura da batata.

Para a implantação da cultura de milho em rotação, no entanto, é necessário certificar-se de que apenas o resíduo do fertilizante seria suficiente para se obter produtividades economicamente viáveis, ou se haveria necessidade de uso adicional de fertilizantes. Alguns experimentos foram conduzidos a esse

respeito no sul de Minas Gerais por Silva Filho (1985) e no Rio de Janeiro por Valentini et al. (1999). Os resultados, contudo, não são conclusivos.

Devido à grande diversidade de cultivares de milho que pode ser utilizada na região e considerando que alguns trabalhos de pesquisa demonstraram que em algumas situações ocorre comportamento diferencial das cultivares em relação à adubação (Simplicio, 1996; Muniz et al., 1996; Galon, 1996; Monteiro e Cruz, 1998; Costa et al., 1999), torna-se importante verificar se também há comportamento diferencial em relação ao aproveitamento da adubação residual da cultura da batata.

Com o objetivo de investigar a existência de comportamento diferencial de cultivares de milho em relação à adubação residual da batata, bem como averiguar o aproveitamento desta adubação pela cultura do milho em rotação, foi conduzido o presente estudo.

2 MATERIAL E MÉTODOS

O estudo constou de dois experimentos de campo conduzidos em Lavras-MG com a cultura do milho em sucessão à cultura da batata, na safra 1998/99. Os experimentos foram semeados em áreas contíguas, no início do mês de novembro, no campo experimental do Departamento de Biologia da Universidade Federal de Lavras (DBI/UFLA), em um Latossolo Roxo distrófico de textura argilosa, originalmente sob vegetação de cerrado.

Lavras está situada na região sul de Minas Gerais, a 21°14' de latitude sul e 45°00' de longitude oeste (Brasil, 1992), com níveis altimétricos compreendidos entre 822 e 1259 metros em relação ao nível do mar e topografia caracterizada pela dominância de um relevo colinoso (SEBRAE, 1998).

O clima do Município se encontra no limite entre Cwb e Cwa, caracterizando clima temperado a temperado subtropical com inverno seco, segundo a classificação de Köppen (Lavras, 1993). A temperatura média do mês mais quente é 26,1°C, e do mês mais frio, 14,8°C, sendo a média anual de 19,4°C. A precipitação média anual é de 1.529,7 mm, com cerca de 70% desse total concentrados de novembro a março. A evaporação total no ano é, em média, 1.034,3 mm, e a umidade relativa média anual é de 76,2% (Brasil, 1992). Na Figura 1 são apresentadas as principais ocorrências climáticas durante o período em que foram conduzidos os experimentos.

A cultura da batata que precedeu o cultivo do milho foi conduzida durante o período de julho a outubro de 1998. A adubação de plantio foi equivalente a 3 t/ha do fertilizante formulado 4-14-8, e a de cobertura, a 300 kg/ha de sulfato de amônio, mais 160 kg/ha de cloreto de potássio. A cultura foi conduzida com os tratos culturais normalmente dispensados à lavoura da batata em Minas Gerais, sendo a irrigação realizada por aspersão convencional.

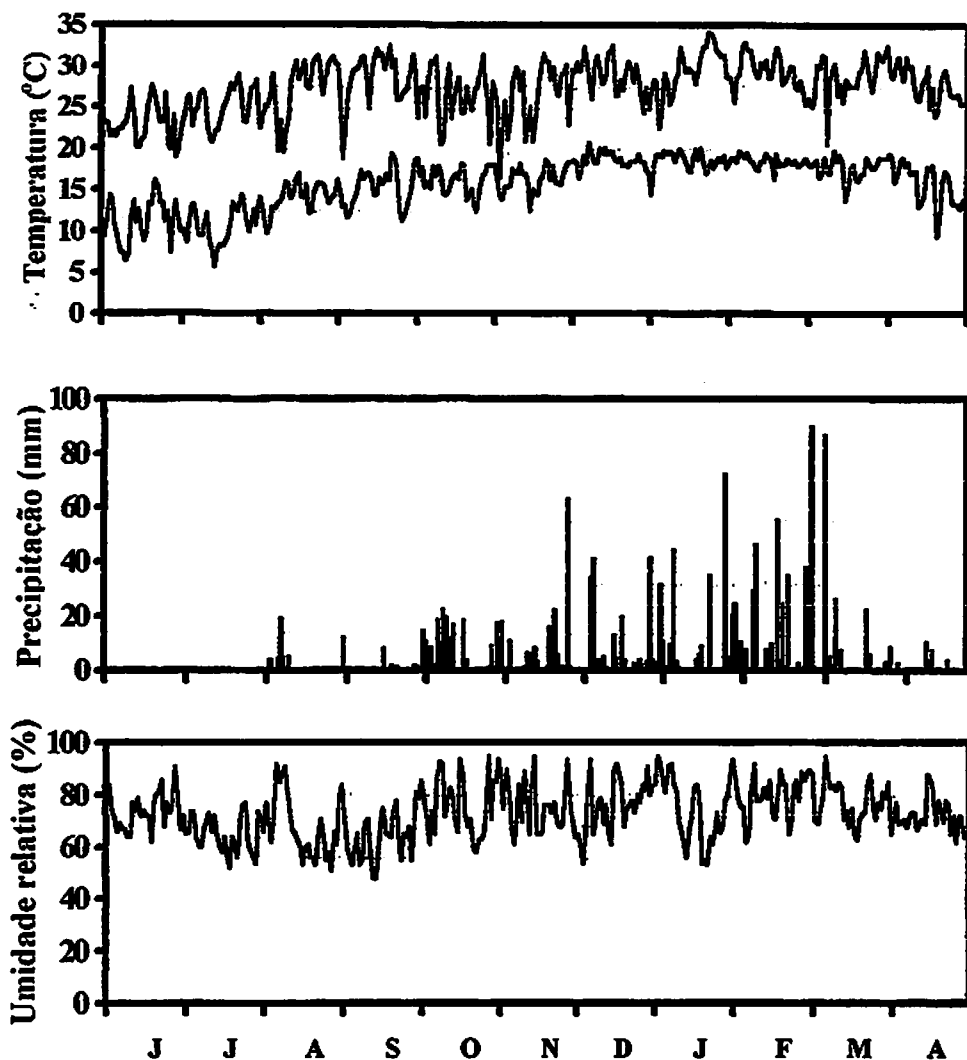


FIGURA 1. Dados diários das temperaturas máxima e mínima, precipitação pluviométrica e umidade relativa do ar, no período de junho de 1998 a abril de 1999. (Dados fornecidos pela Estação Climatológica Principal de Lavras-MG, situada no "campus" da UFLA, em convênio com o Instituto Nacional de Meteorologia - IMET).

O milho foi semeado imediatamente após o preparo do solo, realizado após a colheita da batata e incorporação de seus restos culturais. A amostragem do solo foi realizada após esse preparo e os resultados da análise química desta amostra, retirada à profundidade de 0 a 20 cm, estão apresentados na Tabela 1. O preparo do solo constou de duas gradagens e o manejo da cultura, com exceção da adubação, foi idêntico para ambos os experimentos.

TABELA 1. Resultados da análise química de amostra (0-20 cm de profundidade) do solo utilizado nos experimentos de milho. UFLA, Lavras – MG, 1998/99⁽¹⁾.

Características	Valores
pH em água (1:2,5)	4,7 AcE
P (mg/dm ³)	17,0 A
K (mg/dm ³)	89,0 A
Ca (cmolc/dm ³)	1,9 M
Mg (cmolc/dm ³)	0,3 B
Al (cmolc/dm ³)	0,0 B
H + Al (cmolc/dm ³)	4,5 M
S.B. (cmolc/dm ³)	2,4 M
t (cmolc/dm ³)	2,4 B
T (cmolc/dm ³)	6,9 M
m (%)	0,0 B
V (%)	35,0 B
B (mg/dm ³)	0,3 M
Zn (mg/dm ³)	5,7 A
Cu (mg/dm ³)	4,4 A
Mn (mg/dm ³)	26,6 A
Fe (mg/dm ³)	27,0 A
S-SO ₄ (mg/dm ³)	26,6 A
Ca/T (%)	27,4
Mg/T (%)	4,3
K/T (%)	3,3
Ca/Mg	6,3
Ca/K	8,3
Mg/K	1,3
Mat. Orgânica (dag/kg)	2,9 M
Na (mg/dm ³)	0,0

⁽¹⁾ Análises realizadas nos Laboratórios do Departamento de Ciências do Solo da UFLA e interpretação de acordo com Comissão... (1989). AcE: acidez elevada, A: teor alto, M: teor médio, B: teor baixo, S: soma de bases, t: CTC efetiva, T: CTC a pH 7,0 e V: porcentagem de saturação de bases da CTC a pH 7,0.

Um dos experimentos foi instalado sem adubação do milho, procurando utilizar apenas a adubação residual da cultura da batata. No outro experimento, além daquela adubação residual, o milho recebeu nova adubação equivalente a 500 kg/ha de fertilizante formulado 4-14-8, o qual continha, ainda, 10% de cálcio, 9% de boro e 0,3% de zinco. Neste último experimento foi realizada, ainda, uma cobertura nitrogenada aos 33 dias após a semeadura do milho, aplicando-se 50 kg/ha de N, fonte sulfato de amônio.

Em ambos os experimentos, empregaram-se 15 kg/ha do inseticida sistêmico granulado “forate” como preventivo das pragas iniciais da cultura. Para o controle de plantas daninhas, foram realizadas uma capina manual e outra mecânica, por ocasião da adubação de cobertura. Os demais tratos culturais foram os normalmente empregados com a cultura na região.

O delineamento estatístico empregado para cada ensaio foi blocos casualizados, com quatro repetições e 12 tratamentos, representados pelas cultivares indicadas na Tabela 2. As parcelas foram constituídas de duas fileiras de 5 m de comprimento e o espaçamento adotado foi de 0,90 m entre fileiras. Semearam-se 10 sementes por metro e, após o desbaste, foram deixadas 5 plantas por metro.

Em cada experimento foram avaliadas as características: a) altura média da planta e da espiga, obtidas pela medição de dez plantas amostradas ao acaso em cada parcela, no momento de sua colheita, considerando-se a altura desde a superfície do solo até a inserção da folha bandeira ou da primeira espiga, respectivamente; b) a prolificidade ou índice de espigas, obtido pela relação entre o número de espigas e o estande final de cada parcela; e c) rendimento de grãos, obtido pela pesagem dos grãos após debulha das espigas em debulhador elétrico, sendo o resultado expresso em kg/ha e corrigido para 13% de umidade pela expressão:

$$P = \frac{P_c(1 - U_o)}{0.87}$$

em que:

P : peso de grãos corrigido para 13% de umidade;

P_c : peso de grãos obtido no campo;

U_o : umidade dos grãos;

TABELA 2. Identificação, grupo e origem das cultivares de milho utilizadas nos ensaios. UFLA, Lavras-MG, 1998/99.

Cultivar	Grupo	Origem
AL-25	Variedade	EMBRAPA
AL-34	Variedade	EMBRAPA
Cristal	Variedade	EMBRAPA
BR-106	Variedade	EMBRAPA
BR-154	Variedade	EMBRAPA
BR-157	Variedade	EMBRAPA
C-333B	Híbrido Simples	CARGILL
C-435	Híbrido Duplo	CARGILL
AG-1051	Híbrido Duplo	AGROCERES
AG-5011	Híbrido Triplo	AGROCERES
C-505	Híbrido Triplo	CARGILL
BRS-3060	Híbrido Triplo	EMBRAPA

Todos os dados obtidos foram inicialmente submetidos à análise de variância individual e, posteriormente, foi realizada uma análise conjunta, incluindo os experimentos com e sem adubação adicional do milho. As comparações entre médias foram feitas através do teste Duncan ao nível de 5% de probabilidade, e sempre que adequado, utilizou-se, para identificar os grupos de médias, o método de Fasoulas (1983).

Os resultados do rendimento de grãos foram ainda submetidos a uma apreciação econômica com base nos custos da adubação adicional do milho, considerando-se as demais despesas como comuns. Esta apreciação baseou-se na estimativa dos seguintes parâmetros, correspondentes aos experimentos com e sem adubação adicional: custo efetivo do fertilizante, produção de grãos, renda bruta e margem bruta.

Considerou-se custo efetivo o resultado do preço do fator variável no experimento (fertilizante) vezes a quantidade aplicada. Assim, neste estudo o custo efetivo do fertilizante foi obtido multiplicando-se os preços unitários desses insumos pelas quantidades equivalentes às que seriam gastas em um hectare de lavoura. Para os fertilizantes, foram utilizados os preços médios dos últimos cinco anos, em dólares (US\$).

A produção de grãos foi aquela correspondente a cada experimento, expressa em kg/ha. A renda bruta, que consiste na multiplicação entre o preço e a quantidade produzida em cada caso, foi expressa em US\$/ha, e calculada a partir do preço médio da saca de milho em dólares nos últimos dez anos.

Finalmente, a margem bruta foi estimada para cada experimento, com base no seguinte modelo matemático:

$$MB = P_y Y - P_{x_1} X_1 - P_{x_2} X_2,$$

em que:

MB : margem bruta (US\$/ha);

P_y : preço do milho (US\$/kg);

Y : produção do milho (kg/ha);

X₁ : dosagem do fertilizante formulado 4-14-8 (kg/ha);

X₂ : dosagem de sulfato de amônio (kg/ha);

P_{x₁} : preço do 4-14-8 (US\$/kg);

P_{x₂} : preço do sulfato de amônio (US\$/kg).

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO:

O resumo da análise de variância conjunta dos dois ensaios, com e sem adubação, é apresentado na Tabela 3. Considerando os baixos valores do coeficiente de variação (CV) encontrados, inferiores a 13%, pode-se afirmar que houve uma boa precisão experimental (Scapim, Carvalho e Cruz, 1995; Escosteguy, Rizzardi e Argenta, 1997; e Souza, 1999).

As fontes de variação adubação e cultivares influenciaram todas as características avaliadas, enquanto a interação adubação x cultivares não foi significativa para nenhuma das características avaliadas (Tabela 3).

TABELA 3. Resumo da análise de variância conjunta dos dados obtidos nos ensaios de milho com e sem adubação. UFLA, Lavras-MG, safra 1998/99.

F.V.	G.L.	Quadrados Médios			
		Altura Planta	Altura Espiga	Índice Espiga	Rendimento Grãos
Adubação(A)	1	20504,3**	7280,2**	0,096**	50445501,0**
Cultivares (C)	11	6441,7**	4974,3**	0,130**	14958553,0**
A x C	11	149,2	105,1	0,020	432431,7
Erro	66	114,7	122,6	0,010	754842,4
CV (%)		4,29	7,83	9,25	12,24

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

As plantas que receberam a adubação do milho apresentaram maiores alturas de planta e da 1ª espiga, com aumento médio superior a 12% em relação às que apenas utilizaram a adubação residual (Tabela 4), mostrando que a adubação da gramínea foi eficiente para aumentar os valores daquelas características.

TABELA 4. Valores médios das alturas de planta e de inserção da primeira espiga em função de cultivares e da ausência ou presença de adubação do milho. UFLA, Lavras-MG, 1998/99.

Cultivares	Altura Planta (cm)					Altura 1ª Espiga (cm)				
	Sem	Com	%	Média	Pi ¹	Sem	Com	%	Média	Pi ¹
C - 333 B	224	260	16,1	242	17	117	138	17,9	128	8
AG - 1051	236	269	14,0	252	25	139	164	18,0	151	58
BRS - 3060	236	261	10,6	248	17	125	141	12,8	133	8
AG - 5011	205	228	11,2	216	0	115	132	14,8	123	0
C - 435	229	249	8,7	239	17	123	134	8,9	128	8
C - 505	239	250	4,6	244	17	133	131	-1,5	132	8
AL - 25	245	273	11,4	259	50	140	161	15,0	151	58
AL - 34	238	272	14,3	255	33	138	158	14,5	148	58
BR - 106	239	269	12,6	254	25	130	149	14,6	139	17
BR - 154	222	266	19,8	244	17	126	146	15,9	136	17
BR - 157	199	230	15,6	214	0	107	123	15,0	115	0
CRISTAL	310	346	11,6	328	92	200	225	12,5	212	92
Médias ²	235 b	264 a	12,3	250		133 b	150 a	12,8	141	

¹ Pi de Fasoulas (1983), indica a percentagem de cultivares que foram superadas estatisticamente pela cultivar i, respectivamente, pelo teste Duncan ao nível de 5% de probabilidade.

² As letras comparam as adubações para cada característica avaliada pelo teste F, ao nível de 1% de probabilidade.

Considerando-se que a interação adubação x cultivares não foi significativa, poder-se-ia afirmar que considerando as alturas de planta e de primeira espiga, não houve comportamento diferencial das cultivares. Esta afirmativa é corroborada pelos valores do coeficiente de correlação obtidos entre as alturas médias, na ausência e na presença da adubação do milho, que foram de 0,96 e 0,97, respectivamente, para altura de planta e altura de primeira espiga, indicando correlação alta e positiva entre as médias das variáveis em ambas as situações.

Apesar desses argumentos, verifica-se, entretanto, que as cultivares apresentaram diferentes magnitudes de resposta em relação à adubação, sendo possível destacar, no caso da altura da planta, a cultivar BR-154 como mais responsiva (19,8%) e a cultivar C-505 como menos responsiva (4,6%). No caso

da altura da primeira espiga, destacaram-se as cultivares AG-1051 (18%) e C-333B (17,9%) com maiores respostas, permanecendo a cultivar C-505 (-1,5%) como a de menor resposta para esta característica (Tabela 4).

Chama a atenção a altura média de planta da variedade Cristal, que foi superior a 320 cm. Trata-se de um milho tipicamente tropical e que se caracteriza por um excessivo desenvolvimento vegetativo. As cultivares modernas, por sua vez, selecionadas para redução na altura e, em consequência, para menor acamamento e quebramento, foram bem menores, com destaque para a variedade BR-157 e o híbrido AG-5011, os materiais mais baixos (Tabela 4).

O índice de espigas, ou número de espigas por planta, é uma medida da prolificidade. O interesse por híbridos prolíficos surgiu na década de 60, no "cinturão do milho", nos Estados Unidos, depois que alguns estudos indicaram que esses materiais, em baixa densidade de plantio, produziram mais grãos por planta do que os híbridos de uma só espiga (Lonnquist, 1967) e que em densidades de plantio mais altas, quando havia forte competição planta a planta, não apresentavam grande número de plantas sem espiga (Russel, [197-]).

No presente estudo, o emprego da adubação do milho elevou o valor médio do índice de espigas em 5,6 %, mostrando que a adubação pode ser uma estratégia a ser empregada para se aumentar, dentro de certos limites, o número de espigas de uma lavoura de milho.

Da mesma forma verificada para as alturas de planta e de primeira espiga, a julgar pela ausência de significância da interação adubação x cultivares sobre o índice de espigas (Tabela 3), pode-se afirmar que o comportamento médio das cultivares foi semelhante nas duas situações (ausência e presença de adubação do milho). Nota-se, entretanto, que a magnitude do incremento no índice foi distinto para cada cultivar (Tabela 5). As cultivares C-333B (20,9%) e Cristal (19,5%) foram as mais responsivas, enquanto a menos responsiva foi a BRS-3060 (-8,7%), quando se considerou aquele índice.

TABELA 5. Valores médios de índice de espigas e rendimento de grãos (kg/ha) em função das cultivares de milho e adubação. UFLA, Lavras-MG, 1998/99.

Cultivares	Índice Espiga (espigas/planta)					Rendimento Grãos (kg/ha)				
	Sem	Com	%	Média	Pi ¹	Sem	Com	%	Média	Pi ¹
C - 333 B	1,10	1,33	20,9	1,21	50	8250	9450	14,5	8850	75
AG - 1051	1,02	1,06	3,9	1,04	0	7733	9537	23,3	8635	58
BRS - 3060	1,15	1,05	-8,7	1,10	8	7594	9290	22,3	8442	50
AG - 5011	1,02	1,02	0,0	1,02	0	7214	8476	17,5	7845	42
C - 435	1,06	1,08	1,9	1,07	8	7218	8302	15,0	7760	33
C - 505	1,11	1,11	0,0	1,11	8	7305	7887	8,0	7596	33
AL - 25	1,09	1,07	-1,8	1,08	8	6648	7627	14,7	7137	25
AL - 34	1,10	1,12	1,8	1,11	8	6113	7562	23,7	6837	17
BR - 106	1,35	1,56	15,6	1,45	92	5499	7049	28,2	6274	17
BR - 154	1,10	1,22	10,9	1,16	33	5067	7137	40,9	6102	17
BR - 157	1,00	1,04	4,0	1,02	0	4309	5813	34,9	5061	0
CRISTAL	0,87	1,04	19,5	0,95	0	3500	5717	63,3	4608	0
Médias ²	1,08b	1,14a	5,6	1,11		6371b	7821a	22,8	7096	

¹ Pi de Fasoulas (1983), indica a percentagem de cultivares que foram superadas estatisticamente pela cultivar i, respectivamente, pelo teste Duncan ao nível de 5% de probabilidade.

² As letras comparam as adubações para cada característica avaliada pelo teste F, ao nível de 1% de probabilidade.

De maneira geral, a variedade BR-106 superou todas as demais cultivares quanto a este caráter, com um índice de espigas médio equivalente a 1,45 espiga/planta. Destacaram-se, ainda, o híbrido simples C-333 B, com 1,21 espiga/planta, e a variedade BR-154, com 1,16 espiga/planta. As demais cultivares não superaram, neste aspecto particular, a variedade Cristal, única que apresentou índice de espigas médio inferior a 1,0 (Tabela 5).

Os dados do rendimento de grãos não foram corrigidos em função do estande final, conforme recomendam Vencovsky e Barriga (1992), porque as cultivares, apesar de apresentarem diferenças de pequena magnitude, estas foram significativas.

Com relação ao rendimento de grãos, nota-se que a adubação do milho proporcionou incremento médio de 22,8% (Tabela 5), mostrando que, a princípio, a adubação do milho pode ser uma estratégia adequada quando se visa altas produtividades. Ressalta-se, contudo, que o rendimento de grãos apenas com o adubo residual da batata foi superior a 6,3 t/ha, o que é um rendimento muito expressivo, superior aos obtidos por Valentini et al. (1999) no Estado do Rio de Janeiro.

Da mesma forma que nos casos anteriores, a ausência de significância da interação adubação x cultivares sobre o rendimento de grãos (Tabela 3) indica que o comportamento das cultivares foi coincidente nos diferentes ambientes. O valor do coeficiente de correlação, $r=0,95$, entre os rendimentos médios das cultivares nas duas situações, confirma esse resultado anterior. Apesar disto, a magnitude de resposta de cada uma das cultivares à adubação do milho foi variável (Tabela 5), permitindo destacar como mais responsivas as cultivares Cristal (63,3%), BR-154 (40,9%) e BR-157 (34,9%) e, como menos responsiva a C-505 (8,0%).

Em princípio, esse resultado mostra a necessidade de se utilizar adubação no milho. Contudo, é necessário proceder-se uma estimativa econômica para verificar se há retorno do investimento. Considerando que nas duas condições em que foram conduzidos os experimentos, a única diferença foi a adubação do milho, a estimação do retorno econômico pode ser facilmente obtida.

Assumindo esta colocação, o custo efetivo, por hectare, do fertilizante utilizado no experimento, é apresentado na Tabela 6, juntamente com a produção estimada, a renda bruta obtida, a margem bruta calculada e a diferença entre essa margem e aquela referente ao tratamento que utilizou apenas a adubação residual. Para evitar os efeitos da inflação, utilizaram-se os preços dos

fertilizantes (média de cinco anos) e da saca de milho (média de dez anos) em dólares.

TABELA 6. Custo efetivo dos fertilizantes de plantio e cobertura, produção estimada, renda e margem bruta e diferença de margem em relação à testemunha.

Especificação	Adubação do milho	
	Sem	Com
Custo do fertilizante plantio + cobertura (US\$/ha)*	0	187,75
Produção estimada (kg/ha)	6.371,00	7.821,00
Renda bruta (US\$/ha)**	847,34	1.040,19
Margem bruta (US\$/ha)	847,34	852,44
Diferença da margem em relação ao residual (US\$/ha)	—	5,10

* Preço médio nos últimos cinco anos (4-14-8: US\$ 0,248/kg; sulfato de amônio: US\$ 0,255/kg)

**Preço médio do milho nos últimos dez anos: US\$ 0,133/kg.

O custo do fertilizante adicional foi correspondente a US\$ 187,75/ha, gerando uma produção adicional de 1.450 kg/ha (24,2 sacas de 60 kg) e uma receita bruta adicional de US\$ 192,85/ha, resultando em retorno líquido de apenas US\$ 5,10/ha (Tabela 6). Como se constata, embora tendo ocorrido aumento de produtividade de 22,8% com o uso do fertilizante adicional (Tabela 5), sua utilização não seria economicamente viável para os agricultores.

No presente trabalho (Tabela 5), chama atenção a superioridade do rendimento médio dos híbridos (8.188 kg/ha) em relação ao das variedades (6.003 kg/ha), superadas em 36%. Na literatura há vários relatos de resultados que mostram a superioridade dos híbridos em relação às variedades, embora com diferentes magnitudes (Viégas e Miranda Filho, 1978; Muniz et al., 1996; Ribeiro, 1998).

Vale salientar que a diferença entre os híbridos e as variedades foi particularmente expressiva em relação à variedade Cristal, ou seja, os híbridos produziram 1,78 vezes mais que essa variedade (Tabela 5). Esse resultado reforça a observação de que os programas de melhoramento de milho no Brasil têm sido eficazes em desenvolver cultivares mais eficientes que as primitivas (Araújo, 1995; Bignotto, Souza e Ramalho, 1999; Ramalho, 1999). Mesmo considerando as variedades melhoradas atualmente recomendadas, os híbridos continuaram superiores (8.188 kg/ha dos híbridos contra 6.282 kg/ha das cultivares sem a Cristal, ou seja, com uma superioridade 30,3%). Esse fato mostra que mesmo quando se vai utilizar o milho em rotação à batata, sem o emprego de fertilizante, ainda é vantajoso o uso de híbridos ao invés de variedades.

Entre os híbridos, os destaques foram o híbrido simples C-333B e o híbrido duplo AG-1051 (Tabela 5), os quais confirmaram o bom desempenho que têm apresentado em experimentos conduzidos na região (Bignotto, Souza e Ramalho, 1999).

4 CONCLUSÕES

- 1. É viável utilizar apenas a adubação residual da batata para obtenção de boa produtividade com a cultura do milho em rotação.**
- 2. A adubação da gramínea, apesar de elevar o rendimento de grãos, não foi economicamente viável.**
- 3. Embora a interação cultivares x ambientes não fosse significativa, as cultivares de milho apresentaram diferentes magnitudes de resposta à adubação.**

5 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ARAÚJO, J.S. de. **Ganhos genéticos obtidos em híbridos e variedades de milho representativos de três décadas de melhoramento no Brasil.** Lavras: UFLA, 1995. 64p. (Dissertação - Mestrado em Genética e Melhoramento de Plantas).
- BIGNOTTO, E.A.; SOUZA, E.A.; RAMALHO, M.A.P. **Eficiência dos híbridos modernos em relação aos cultivares primitivos.** In: CONGRESSO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA DA UFLA, 12., 1999, Lavras. **Resumo...** Lavras: UFLA, 1999.
- BORKERT, C.M.; SFREDO, G.J.; FARIAS, J.R.B.; CASTRO, C. de; SPOLADORI, C.L.; TUDIDA, F. **Efeito residual da adubação potássica sobre girassol e milho, em três diferentes Latossolos Roxos.** *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, v.32, n.12, p.1227-1234, dez. 1997.
- BRASIL. Ministério da Agricultura e Reforma Agrária. **Secretaria Nacional de Irrigação. Departamento Nacional de Meteorologia. Normais Climatológicas - 1961-1990.** Brasília: MARA, 1992. 84p.
- COMISSÃO DE FERTILIDADE DO SOLO DO ESTADO DE MINAS GERAIS. **Recomendações para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais: 4ª aproximação.** Lavras, 1989. 159p.
- COSTA, J.G.; MARINHO, J.T. de S.; PEREIRA, R. de C.A.; LEDO, F.J. da S.; MORAES, R.N. de S. **Adaptabilidade e estabilidade da produção de cultivares de milho recomendadas para o estado do Acre.** *Ciência e Agrotecnologia*, Lavras, v.23, n.1, p.7-11, jan./mar. 1999.
- ESCOSTEGUY, P.A., RIZZARDI, M.A.; ARGENTA, G. **Doses e épocas de aplicação de nitrogênio em cobertura na cultura do milho em duas épocas de semeadura.** *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, Campinas, v.21, n.1, p.71-77, jan./mar. 1997.
- FASOULAS, A.C. **Rating cultivars and trials in applied plant breeding.** *Euphytica*, Wageningen, v.32, n.3, p.939-943, Nov.1983.
- FERREIRA, A.C. de B. **Efeito da adubação com N, Mo e Zn sobre a produção, qualidade de grãos e concentração de nutriente no milho.** Viçosa: UFV, 1997. 74p. (Dissertação - Mestrado em Fitotecnia).

- FILGUEIRA, F.A.R. Nutrição mineral e adubação em bataticultura, no Centro-Sul. In: FERREIRA, M.E.; CASTELLANE, P.D.; CRUZ, M.C. Nutrição e adubação de hortaliças. Piracicaba: ABPPF, 1993. p.401-428.
- GALON, J.A. Adubação nitrogenada e potássica em cultivares de milho (*Zea mays* L.) com diferentes potenciais produtivos. Jaboticabal: UNESP-FCAVJ, 1996. 88p. (Dissertação - Mestrado em Produção Vegetal)
- LAVRAS. Prefeitura Municipal de Lavras. Secretaria de indústria, comércio, serviços e tecnologia. Conheça Lavras. Lavras, 1993. 97p.
- LONNQUIST, J.H. Mass selection for prolificacy in maize. *Der Ziichter*, Berlim, v.37, p.185-188, 1967.
- MONTEIRO, M.A.T.; CRUZ, J.C. Desempenho de cultivares de milho para produção de grãos e forragem, no estado de Minas Gerais. *Ciência e Agrotecnologia*, Lavras, v.22, p.144-145, 1998. Suplemento.
- MUNIZ, J.A.; RAMALHO, M.A.P.; GONÇALVES, G.A.; MUNIZ, J.A. Avaliação da estabilidade de cultivares de milho em diferentes níveis de adubação e locais na região de Lavras-MG. *Ciência e Agrotecnologia*, Lavras, v.20, n.3, p.267-274, jul./set. 1996.
- PEREIRA, S.L. Efeito da adubação nitrogenada e molibdica sobre a produtividade, teor de nitrogênio, atividade de nitrato redutase do nitrato e outras características da cultura do milho. Viçosa:UFV, 1997. 89p. (Dissertação - Mestrado em Fitotecnia).
- RAMALHO, M.A.P. O impacto da tecnologia transgênica em países em desenvolvimento. In: REUNION LATINOAMERICANA DEL MAIZ, 18., 1999, Sete Lagoas, Memórias... Sete Lagoas: EMBRAPA-CNPMS; México: CIMMYT, 1999. p.684.
- RIBEIRO, J.D.R. Associativismo garante futuro do produtor de batatas. *Informe Agropecuário*, Belo Horizonte, v.20, n.197, p.5-6, mar./abr. 1999.
- RIBEIRO, P.H.E. Adaptabilidade e estabilidade de cultivares de milho em diferentes épocas de semeadura, níveis de adubação e locais do Estado de Minas Gerais. Lavras: UFLA, 1998. 126p. (Tese - Doutorado em Genética e Melhoramento de Plantas).

- RUSSELL, W.A. **Produção e estabilidade de comportamento de híbridos não prolíficos e prolíficos.** Campinas: Fundação Cargill, [197-]. 39p.
- SÁ, M.E. de.; SENO, S.; FERNANDES, F.M.; BUZETTI, S. **Aproveitamento da adubação residual fosfatada e potássica da cultura do tomateiro 'Rio Grande' pela cultura do feijoeiro 'Carioca'.** In: REUNIÃO NACIONAL DE PESQUISA DE FEIJÃO, 3., 1990, Vitória, ES. **Resumos...** Vitória: EMCAPA, 1990. Resumos 227. (EMCAPA. Documentos, 62).
- SCAPIM, C.A.; CARVALHO, C.G.P.; CRUZ, C.D. **Uma proposta de classificação dos coeficientes de variação para a cultura do milho.** *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, v.30, n.5, p.683-686, maio 1995.
- SERVIÇO DE APOIO AS MICRO E PEQUENAS EMPRESAS DE MINAS GERAIS. **Sebrae-MG. Lavras: diagnostico municipal.** Belo Horizonte, 1998. 179p.
- SILVA FILHO, A.V. da. **Efeito residual da adubação da batata (*Solanum tuberosum* L.) sobre o feijão-de-vagem (*Phaseolus vulgaris* L.) e milho verde (*Zea mays* L.)** Lavras: ESAL, 1985. 120p. (Dissertação - Mestrado em Fitotecnia).
- SIMPLÍCIO, J.B. **Comparação entre cultivares de milho quanto à exigência em NPK e tolerância ao alumínio, em solução nutritiva.** Jaboticabal: UNESP, 1996. 103p. (Dissertação - Mestrado em Produção Vegetal).
- SOUZA, A.C. de. **Parcelamento e época de aplicação de nitrogênio e seus efeitos em características agrônômicas do milho.** Lavras: UFLA, 1999. 48p. (Dissertação - Mestrado em Fitotecnia).
- VALENTINI, L.; OLIVEIRA, L.A.A. de; MARQUES, L.G.C.; SOUZA, A.P. de; AGUIAR, M. **Milho em sucessão ao tomate na região noroeste fluminense.** Niterói: PESAGRO, 1999. 4p. (PESAGRO. Comunicado Técnico, 243).
- VENCOVSKY, R.; BARRIGA, P. **Genética biométrica no fitomelhoramento.** Ribeirão Preto: *Revista Brasileira de Genética*, 1992. 496p.
- VIÉGAS, G.P.; FREIRE, E.S. **Adubação do milho. XI – Efeito residual do fósforo.** *Bragantia*, Campinas, v.17, n.21, p.271-287, dez. 1958.

VIÉGAS, G.P.; MIRANDA FILHO, J.B. Milho Híbrido. In: PATERNIANI, E. Melhoramento e produção do milho no Brasil. Piracicaba: Fundação Cargill, 1978. p.257-298.

**CAPÍTULO 3 RESPOSTA DIFERENCIAL DE CULTIVARES DE
FEJÓEIRO AO EFEITO RESIDUAL DA ADUBAÇÃO
DA BATATA.**

RESUMO

KIKUTI, Hamilton. Resposta diferencial de cultivares de feijoeiro ao efeito residual da adubação da batata.*

Com o objetivo de avaliar a existência de comportamento diferencial de cultivares de feijoeiro em relação à adubação residual da batata, bem como averiguar o aproveitamento desta adubação pela cultura do feijoeiro, foram conduzidos, em Lavras-MG, quatro experimentos com o feijão em sucessão à cultura da batata. Em cada safra (águas 98/99 e inverno-primavera 99) foi implantado um experimento utilizando apenas a adubação residual da batata e outro que utilizou, além do mencionado resíduo, nova adubação para o feijoeiro, correspondente a 500 kg/ha de formulado 4-14-8 no plantio e 40 kg/ha de N em cobertura, fonte sulfato de amônio. O delineamento experimental foi látice 5x5 com três repetições. Os tratamentos foram seis cultivares e dezenove linhagens utilizadas no programa de melhoramento do feijoeiro da UFLA. Por ocasião da colheita, foram avaliados o número de vagens por planta, o peso médio de cem grãos e o rendimento de grãos. Os resultados da análise conjunta mostraram que é viável utilizar apenas a adubação residual da batata, a qual permite obter boa produtividade com a cultura do feijoeiro em rotação. Em ambas as safras, a adubação da leguminosa elevou o rendimento de grãos, mas apenas na safra do inverno-primavera mostrou-se economicamente viável. As cultivares de feijoeiro apresentaram comportamento não coincidentes em resposta à adubação.

* Comitê Orientador: Messias José Bastos de Andrade - UFLA (Orientador) e Magno Antônio Patto Ramalho - UFLA (Co-orientador).

ABSTRACT

KIKUTI, Hamilton. Differential response of bean cultivars to the residual effect of the potato fertilization.*

With the objective of evaluating the existence of differential behavior of bean cultivars in relation to the residual potato fertilization as well as assess the use of this fertilization of this fertilization of bean crop, four experiments with bean following potato crop were conducted in Lavras - Mg. In each crop (summer 98/99 and Winter -Spring 99 season), an experiment utilizing only the residual potato fertilization and another which utilized, besides the mentioned residue, new fertilization for the bean plant, corresponding to 500 kg/ha of the fertilizer with the 4-14-8 formulation at the planting and 40 kg/ha of N in dressing, source ammonium sulfate, were set up. The experimental design was 5 x 5 lattice with three replications. The treatments were six cultivars and nineteen lineage utilized in the UFLA bean plant breeding program. On the occasion of the harvest, pod number per plant, average weight of one hundred and grain yield were evaluated. The results of the joint analysis showed that it is viable to utilize only the residual potato fertilization, which allows to obtain good yield with bean crop in rotation. In both the crops, the fertilization of the legume raised grain yield but only in the Winter-Spring crop it proved to be economically viable. The bean cultivars presented non-coincident behavior in response to fertilization.

* Guidance committee: Messias José Bastos de Andrade - UFLA (Major Professor) and Magno Antônio Patto Ramalho - UFLA.

1 INTRODUÇÃO

A batata (*Solanum tuberosum* L) ocupa a terceira posição entre os alimentos utilizados mundialmente para a nutrição humana (Filgueira, 1993) e, na região Sul de Minas Gerais, é a olerícola que mais sobressai tanto em área cultivada como em preferência alimentar, o que torna esta região a maior produtora do Estado.

Por se tratar de cultura de graves problemas fitossanitários, requer constante rotação com outras espécies, de modo a contribuir para o controle de pragas e patógenos. Trata-se ainda de cultura de elevada utilização de fertilizantes, que pode atingir até 6 t/ha (Ribeiro, 1999), permitindo considerável aproveitamento residual pela cultura de rotação.

Na região tem sido crescente o interesse na rotação da batata com a cultura do feijoeiro, a qual, além de presente na maioria das propriedades agrícolas, apresenta-se como ótima opção para o bataticultor, aliando as vantagens de ciclo curto e fácil comercialização, além de boa rentabilidade econômica.

Em geral, a cultura do feijoeiro apresenta respostas à adubação, notadamente a fósforo e nitrogênio (Silveira e Moreira, 1990; Peres et al., 1994; Fronza et al., 1994; Carvalho et al., 1995). Da mesma forma, também têm sido registradas respostas ao efeito residual da adubação quando as culturas anteriores são o arroz (Stone, Silveira e Zimmermann, 1994), a batata (Oliveira et al., 1994) ou o próprio feijoeiro (Goepfert, 1972). Estes resultados significam que há grande potencial de aproveitamento do efeito residual da adubação da batata.

Conforme têm indicado alguns trabalhos de adubação da leguminosa, em algumas situações há comportamento diferencial de cultivares (Miranda,

1993; Stone e Pereira, 1994; Garrido, 1998; Piana et al., 1999), levando a acreditar que ele também pode ocorrer na rotação batata-feijão.

O objetivo do presente trabalho foi o de avaliar o desempenho de diferentes cultivares de feijoeiro em relação à adubação residual da batata, verificando a necessidade (ou não) de se proceder nova adubação para a leguminosa quando cultivada em rotação.

2 MATERIAL E MÉTODOS

O estudo constou de quatro experimentos de campo com a cultura do feijoeiro em sucessão à cultura da batata, em Lavras-MG. Os dois primeiros foram semeados em novembro de 1998 (safra das águas) e os outros dois em julho de 1999 (safra do inverno-primavera), no campo experimental do Departamento de Biologia da Universidade Federal de Lavras (DBI/UFLA), em um Latossolo Roxo distrófico de textura argilosa, originalmente sob vegetação de cerrado.

Lavras está situada na região sul de Minas Gerais, a 21°14' de latitude sul e 45°00' de longitude oeste (Brasil, 1992), com níveis altimétricos compreendidos entre 822 e 1259 metros em relação ao nível do mar e topografia caracterizada pela dominância de um relevo colinoso (SEBRAE, 1998).

O clima do município se encontra no limite entre Cwb e Cwa, caracterizando clima temperado a temperado subtropical com inverno seco, segundo a classificação de Köppen (Lavras, 1993). A temperatura média do mês mais quente é 26,1°C, e do mês mais frio, 14,8°C, sendo a média anual de 19,4°C. A precipitação média anual é de 1529,7mm, com cerca de 70% desse total concentradas de novembro a março. A evaporação total no ano é de 1034,3mm e a umidade relativa média anual, de 76,2% (Brasil, 1992). Nas Figuras 1 e 2 são apresentadas as principais ocorrências climáticas durante a condução dos experimentos.

As culturas de batata que precederam os cultivos do feijoeiro, foram conduzidas durante os períodos de julho a outubro de 1998 e de dezembro de 1998 a abril de 1999, respectivamente. A adubação de plantio utilizada foi equivalente a 3 t/ha do fertilizante formulado 4-14-8, e a de cobertura, a 300 kg/ha de sulfato de amônio, mais 160 kg/ha de cloreto de potássio. A cultura foi

conduzida com os tratos culturais normalmente dispensados à lavoura da batata em Minas Gerais, sendo a irrigação realizada por aspersão convencional.

Na primeira safra, o feijão foi semeado logo após a colheita da batata, realizando-se a incorporação dos restos culturais e o preparo imediato do solo, enquanto na segunda, o solo ficou com os restos culturais da batata por aproximadamente três meses, para então se fazer a incorporação e o preparo. A amostragem do solo foi realizada após o preparo e os resultados da análise química destas amostras, retiradas à profundidade de 0 a 20 cm, estão apresentados na Tabela 1. O preparo do solo (realizado com duas gradagens) e o manejo da cultura (com exceção da adubação) foram idênticos para todos os experimentos.

Em cada safra, um dos experimentos foi instalado sem adubação da cultura do feijoeiro, procurando utilizar apenas a adubação residual da cultura da batata. No outro experimento, além daquela adubação residual, o feijão recebeu adubação equivalente a 500 kg/ha de fertilizante formulado 4-14-8, o qual continha ainda 10% de cálcio, 9% de boro e 0,3% de zinco. Neste último experimento, foi também realizada uma cobertura nitrogenada aos 22 dias após a emergência dos feijoeiros, aplicando-se 40 kg/ha de N, fonte sulfato de amônio.

Em todos os experimentos empregaram-se 15 kg/ha do inseticida sistêmico granulado "forate" como preventivo das pragas iniciais da cultura. Para o controle de plantas daninhas foram realizadas, nas águas, uma capina manual e outra mecânica, por ocasião da adubação de cobertura, enquanto nos experimentos do inverno-primavera foi realizada apenas uma capina, mecânica. A irrigação foi utilizada apenas na última safra, buscando obedecer a um turno de rega médio de cinco dias e lâmina bruta de aproximadamente 20 mm. Os demais tratos culturais foram os normalmente empregados à cultura na região.

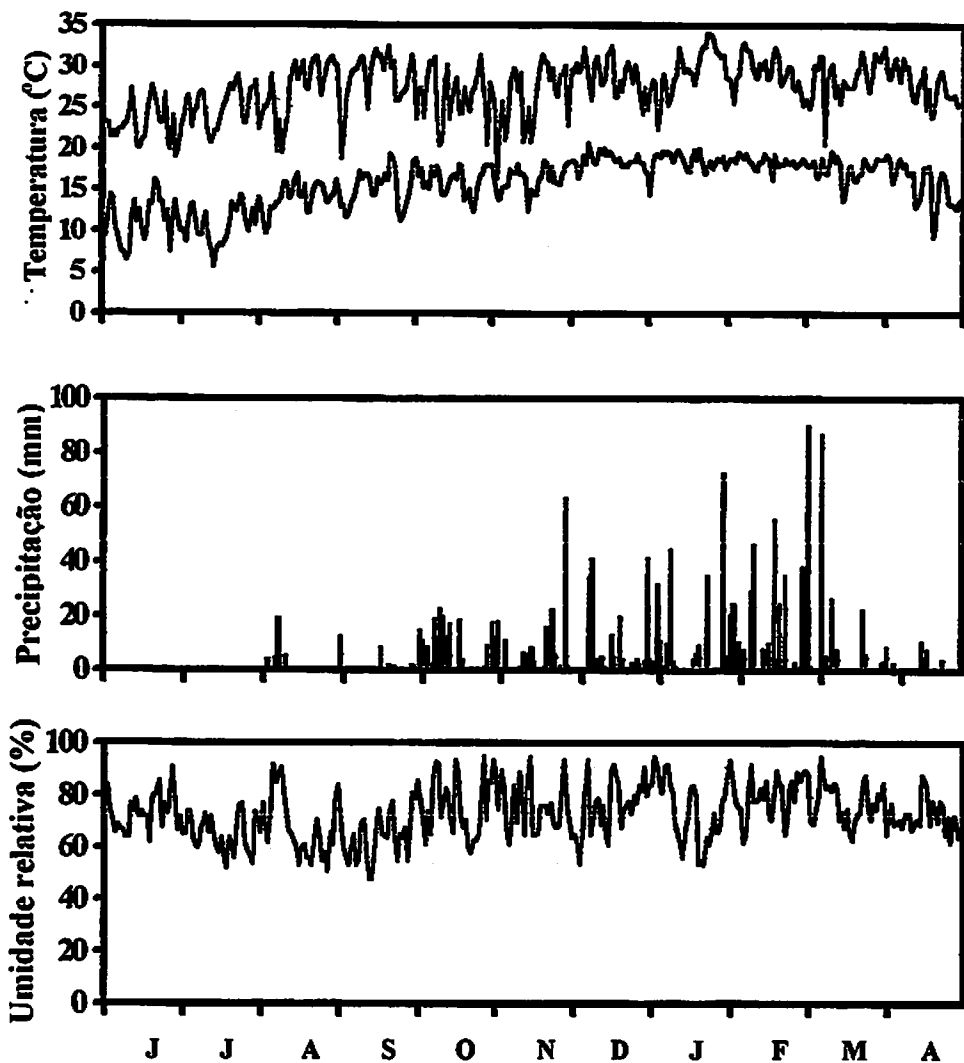


FIGURA 1. Dados diários das temperaturas máxima e mínima, precipitação pluviométrica e umidade relativa do ar, no período de junho de 1998 a abril de 1999. (Dados fornecidos pela Estação Climatológica Principal de Lavras-MG, situada no "campus" da UFLA, em convênio com o Instituto Nacional de Meteorologia - IMET).

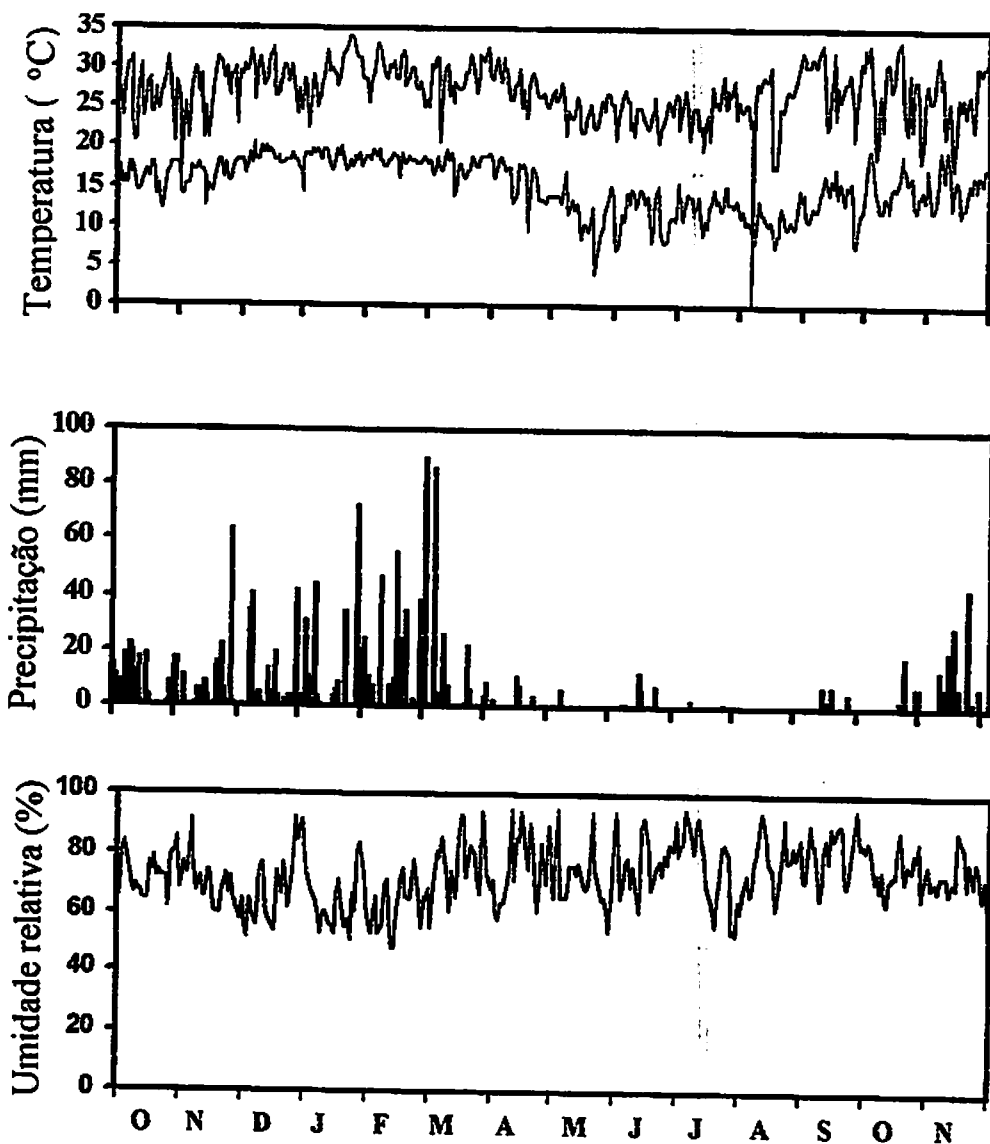


FIGURA 2. Dados diários das temperaturas máxima e mínima, precipitação pluviométrica e umidade relativa do ar, no período de outubro de 1998 a novembro de 1999. (Dados fornecidos pela Estação Climatológica Principal de Lavras-MG, situada no "campus" da UFLA, em convênio com o Instituto Nacional de Meteorologia - IMET).

TABELA 1. Resultados da análise química de amostras (0-20 cm de profundidade) dos solos utilizados nos experimentos de feijão em duas safras. UFLA, Lavras – MG, 1998/99⁽¹⁾.

Características	Agua 1998/99	Inverno-primavera 1999
pH em água (1:2,5)	4,8 AcE	5,8 AcM
P (mg/dm ³)	20,0 A	28,0 A
K (mg/dm ³)	111,0 A	140,0 A
Ca (cmolc/dm ³)	1,7 M	2,3 M
Mg (cmolc/dm ³)	0,5 B	1,1 A
Al (cmolc/dm ³)	0,0 B	0,0 B
H + Al (cmolc/dm ³)	4,5 M	2,9 M
S.B. (cmolc/dm ³)	2,5 M	3,8 M
t (cmolc/dm ³)	2,5 B	3,8 M
T (cmolc/dm ³)	7,0 M	6,7 M
m (%)	0,0 B	0,0 B
V (%)	35,6 B	56,4 M
B (mg/dm ³)	0,4 M	0,5 M
Zn (mg/dm ³)	26,4 A	5,5 A
Cu (mg/dm ³)	3,2 A	2,8 A
Mn (mg/dm ³)	16,7 A	5,2 A
Fe (mg/dm ³)	35,5 A	17,3 A
S-SO ₄ (mg/dm ³)	18,9 A	33,7 A
Ca/T (%)	24,3	34,5
Mg/T (%)	7,2	16,5
K/T (%)	4,1	5,4
Ca/Mg	3,4	2,1
Ca/K	6,0	6,4
Mg/K	1,8	3,1
Mat. Orgânica (dag/kg)	2,9 M	3,1 A
Na (mg/dm ³)	0,1	5,5

⁽¹⁾ Análises realizadas nos Laboratórios do Departamento de Ciências do Solo da UFLA e interpretação de acordo com Comissão... (1989). AcE: acidez elevada, AcM: acidez média, A: teor alto, M: teor médio, B: teor baixo, S: soma de bases, t: CTC efetiva, T: CTC a pH 7,0 e V: porcentagem de saturação de bases da CTC a pH 7,0.

O delineamento estatístico empregado em cada ensaio foi látice 5x5, com três repetições. Os tratamentos foram em número de 25, incluindo seis cultivares comerciais (Ouro, Ouro Negro, Carioca, Pérola, Carioca-MG e IAPAR 81) e 19 linhagens do Programa de Melhoramento do Feijoeiro da

UFLA (Tabela 2), doravante designadas apenas por cultivares, indistintamente. As parcelas foram constituídas de duas fileiras de 5 m de comprimento, espaçadas de 0,50 m, com densidade de 12 plantas por metro.

TABELA 2. Cultivares e linhagens de feijoeiro utilizadas nos experimentos. UFLA, Lavras-MG, 1998/99.⁽¹⁾

Cultivar	Origem
EMGOPA 201-Ouro	CIAT
Carioca	IAC
Ouro Negro	Honduras
Pérola	Embrapa Arroz e Feijão
Carioca-MG	UFLA
CII-90	UFLA
LH-10	UFLA
ESAL-693	UFLA
LH-2	UFLA
CII-337	UFLA
LH-9	UFLA
LH-11	UFLA
B-1	UFLA
LH-3	UFLA
CII-175	UFLA
CII-244	UFLA
CII-78	UFLA
ESAL-695	UFLA
ESAL-694	UFLA
ESAL-696	UFLA
CII-281	UFLA
CII-102	UFLA
CII-348	UFLA
CII-103	UFLA
IAPAR-81	IAPAR

⁽¹⁾ EMGOPA 201-Ouro possui grãos amarelos. Ouro Negro possui grãos pretos e as demais, grãos do tipo carioca.

[REDACTED]

Em ambas as safras foram avaliados o número médio de vagens por planta, o peso médio de cem grãos e o rendimento de grãos. A primeira característica foi determinada a partir de uma amostra aleatória de dez plantas, nas quais procedeu-se à contagem de vagens por planta, determinando-se seu valor médio. O peso médio de 100 grãos foi obtido a partir de duas amostras por parcela. Finalmente, o rendimento de grãos foi determinado após colheita e trilha manual das plantas da parcela, pela pesagem dos grãos, incluindo os da mencionada amostra de 10 plantas, sendo o resultado expresso em kg/ha e corrigido para 13% de umidade pela expressão:

$$P = \frac{P_c(1 - U_o)}{0,87}$$

em que:

P : peso de grãos corrigido para 13% de umidade;

P_c : peso dos grãos obtido no campo;

U_o : umidade dos grãos;

Todos os dados obtidos foram inicialmente submetidos à análise individual por experimento, como látice, e quando da sua não eficiência, procedeu-se então à análise em blocos casualizados. Posteriormente, foi realizada a análise conjunta por safra, incluindo os ensaios com e sem adubação. Para a análise conjunta dos quatro experimentos utilizou-se, para cada característica, um resíduo médio ponderado em função da eficiência (ou não) da análise individual em látice.

As comparações entre médias foram feitas através do teste Duncan ao nível de .5% de probabilidade, e sempre que adequado, utilizou-se, para identificar os grupos de médias, o método de Fasoulas (1983).

Os resultados do rendimento de grãos foram ainda submetidos a uma apreciação econômica com base nos custos da adubação adicional do feijão, considerando-se as demais despesas como comuns. Esta apreciação baseou-se na estimativa dos seguintes parâmetros, correspondentes aos experimentos com e sem adubação do feijoeiro: custo efetivo do fertilizante, produção de grãos, renda bruta e margem bruta.

Considerou-se custo efetivo o resultado do preço do fator variável no experimento (fertilizante) vezes a quantidade aplicada. Assim, neste estudo o custo efetivo do fertilizante foi obtido multiplicando-se os preços unitários desses insumos pelas quantidades correspondentes às que seriam gastas para um hectare de lavoura. Para isto, foram utilizados os preços médios dos últimos cinco anos, em dólares (US\$).

A produção de grãos foi aquela correspondente à média dos experimentos adubado ou não adubado, expressa em kg/ha. A renda bruta, que consiste na multiplicação entre o preço e a quantidade produzida em cada caso, foi expressa em US\$/ha, e calculada a partir do preço da saca de feijão em dólares, obtido no período de dez anos.

Finalmente, a margem bruta foi estimada, para cada situação, com base no seguinte modelo matemático:

$$MB = P_y Y - P_{x1} X_1 - P_{x2} X_2,$$

em que:

MB : margem bruta (US\$/ha);

P_y : preço do feijão (US\$/kg);

Y : produção do feijão (kg/ha);

X_1 : dosagem do fertilizante formulado 4-14-8 (kg/ha);

X_2 : dosagem de sulfato de amônio (kg/ha);

P_{x1} : preço do 4-14-8 (US\$/kg);

P_{x2} : preço do sulfato de amônio (US\$/kg).

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A análise de variância conjunta das características do feijoeiro avaliadas nas duas safras, nos ensaios adubado e não adubado (Tabela 3), revelou baixos valores do coeficiente de variação (CV%) quando comparados aos freqüentemente obtidos na região com a cultura do feijoeiro (Abreu et al., 1994), indicando uma boa precisão experimental.

Quanto às fontes de variação observou-se, pelo teste F, que safras, cultivares e a interação safras x adubação influenciaram significativamente todas as características avaliadas. O peso médio de cem grãos apenas não foi influenciado pela adubação, enquanto as interações safras x cultivares e cultivares x adubação só não afetaram o número médio de vagens por planta. A interação tripla safra x adubação x cultivar não foi significativa (Tabela 3).

TABELA 3. Resumo da análise de variância conjunta (quadrados médios) dos dados do feijoeiro avaliados nas duas safras (águas 98/99 e inverno-primavera 99). UFLA, Lavras-MG, 1998/99.

Causas Variação	G.L.	N ^o vagens por planta	Peso cem grãos	Rendimento de grãos
Safras (S)	1	140, 358**	16, 074**	19 059 107, 860**
Cultivares (C)	24	14, 427**	46, 806**	226 599, 054**
Adubação (A)	1	455, 835**	0, 096	8 827 910, 052**
S x C	24	11, 043	9, 078**	144 726, 447**
S x A	1	164, 577**	19, 446**	4 158 659, 925**
C x A	24	3, 711	2, 109**	65 183, 808*
S x C x A	24	5, 754	1, 590	52 352, 208
Resíduo Médio	156		1, 050	37 734, 774
	168	7, 102		
CV (%)		22, 49	4, 97	18, 13

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

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

A significância da interação safras x adubação (Tabela 3) significa que o efeito da adubação sobre as características avaliadas foi dependente da safra. Este aspecto pode ser melhor entendido observando-se os dados da Tabela 4. De acordo com estes resultados, o emprego da adubação do feijoeiro aumentou o número de vagens por planta e o peso de cem grãos no inverno-primavera. Este efeito positivo da adubação sobre os componentes do rendimento tem sido encontrado em diversas situações, principalmente em relação à adubação nitrogenada (Almeida et al., 1988; Rocha, 1991; Diniz, 1995 e Teixeira, 1998), e tem sido explicado através da maior disponibilidade de nutrientes no solo, a qual condiciona maior crescimento em altura e, principalmente, maior emissão de ramos reprodutivos, desde que não haja outros fatores limitantes. Na safra das águas, o efeito positivo da adubação não esteve presente, o que pode ser creditado às maiores taxas de aborto de flores e vagens, em função das altas temperaturas (Andrade, 1998) ou à maior lixiviação de N e K, resultante da maior precipitação pluvial. Outro argumento poderia ser o valor do pH na safra das águas (4,8), mas nota-se que os nutrientes se apresentavam com um bom nível de disponibilidade (Tabela 1).

TABELA 4. Número de vagens por planta, peso de cem grãos e rendimento de grãos do feijoeiro em função de safras e da presença ou ausência da adubação da cultura do feijoeiro. UFLA, Lavras-MG, 1998/99. (Médias de 25 cultivares).

Característica	Adubação	Safra		Médias
		Águas	Inverno	
Vagens/planta	Com	13,00 Aa	13,10 Aa	13,05
	Sem	12,00 Aa	9,20 Bb	10,60
Peso 100 grãos	Com	20,13 Bb	21,10 Aa	20,62
	Sem	20,68 Aa	20,63 Ba	20,66
Rendimento	Com	1.746 Ab	3.225 Aa	2.486
	Sem	1.531 Bb	2.068 Ba	1.800

⁽¹⁾ Em cada coluna, letras maiúsculas comparam as adubações e na linha, letras minúsculas comparam as safras.

O bom rendimento de grãos obtido na safra das águas, tanto no ensaio que utilizou apenas a adubação residual da batata como naquele que empregou adubação para o feijoeiro (Tabela 4), pode ter sido resultado principalmente do bom manejo e condução dos experimentos, bem como das boas condições climáticas, principalmente por ocasião da maturação e colheita, quando não houve chuvas (Figura 1), principal fator responsável pelas baixas produtividades obtidas nesta safra na região (Andrade, Abreu e Ramalho, 1992). No inverno-primavera, as temperaturas mais amenas e o bom fornecimento de água pela irrigação, associados à baixa umidade relativa do ar, certamente contribuíram para os elevados rendimento verificados.

Verifica-se ainda que a adubação da cultura do feijoeiro elevou o rendimento de grãos em ambas as safras, mas com grande diferença de magnitude, pois enquanto nas águas o acréscimo foi de apenas 14%, no inverno-primavera aquela adubação foi responsável por um acréscimo de cerca de 56%, de 2.068 para 3.225 kg/ha (Tabela 4). Entretanto, os resultados da Tabela 4 permitem observar que o emprego apenas da adubação residual da batata pode levar a rendimentos de grãos satisfatórios da leguminosa, principalmente quando esta é semeada no inverno-primavera, permitindo a obtenção de produtividades superiores a 2000 kg/ha.

De acordo com a Tabela 3, o comportamento das cultivares quanto ao número médio de vagens foi independente das safras e das adubações. O número médio de vagens por planta apresentado pelas cultivares variou de 10,2 (Esal-696) a 14,1 (CII-102 e Carioca), com média de 11,8 vagens/planta quando se consideraram as duas safras, com e sem adubação do feijoeiro (Tabela 5). Os destaques foram as cultivares CII-102, Pérola, CII-337, CII-175 e Ouro Negro (Tabela 5).

TABELA 5. Número médio de vagens por planta apresentados por 25 cultivares de feijoeiro em função de safras e da ausência ou presença da adubação da leguminosa. UFLA, Lavras-MG, 1998/99⁽¹⁾.

Cultivares	Aguas			Inverno			Geral	
	Sem	Com	Média	Sem	Com	Média	Média	Pi
CII-102	14,47	16,67	15,57	11,52	13,86	12,69	14,13	44
Pérola	14,17	14,63	14,40	6,32	12,35	9,34	14,06	40
Ouro Negro	15,07	16,00	15,54	9,42	11,25	10,34	12,93	4
LH-11	11,20	10,63	10,92	10,01	13,83	11,92	11,42	0
Carioca-MG	12,00	12,13	12,07	10,39	15,74	13,07	12,57	0
LH-9	13,37	13,63	13,50	10,02	12,19	11,11	12,30	0
LH-10	10,03	12,97	11,50	10,11	13,77	11,94	11,72	0
CII-348	13,50	14,53	14,02	9,5	13,79	11,65	12,83	0
Carioca	13,97	17,33	15,65	9,48	15,48	12,48	11,87	0
CII-175	12,77	15,50	14,14	11,63	12,56	12,10	13,12	8
CII-90	11,00	11,73	11,37	7,76	13,24	10,50	10,93	0
CII-337	13,20	14,97	14,09	10,36	14,74	12,55	13,32	16
ESAL-696	8,80	13,10	10,95	8,01	11,08	9,55	10,25	0
CII-281	12,90	13,27	13,09	7,18	11,37	9,28	11,18	0
LH-2	9,93	12,00	10,97	9,16	11,92	10,54	10,75	0
CII-244	10,90	13,07	11,99	8,21	15,07	11,64	11,81	0
ESAL-695	10,83	11,53	11,18	8,56	11,26	9,91	10,55	0
IAPAR-81	11,93	11,70	11,82	9,22	13,57	11,40	11,60	0
EMGOPA-Ouro	12,27	10,10	11,19	11,27	14,75	13,01	12,10	0
CII-103	12,07	9,70	10,89	8,66	15,53	12,10	11,47	0
LH-3	9,60	14,30	11,95	10,82	13,75	12,29	12,12	0
ESAL-693	11,17	9,57	10,37	7,06	13,39	10,23	10,30	0
CII-78	12,80	11,33	12,07	8	10,32	9,16	10,62	0
B-1	11,47	11,47	11,47	10,06	12,03	11,05	11,26	0
ESAL-694	11,70	13,83	12,77	7,17	11,68	9,43	11,10	0
Média	12,04	13,03	12,54	9,20	13,14	11,17	11,80	

⁽¹⁾ Comparação entre cultivares através do método de Fasoulas (1983) aplicado sobre o teste Duncan ao nível de 5% de probabilidade (Pi indica a porcentagem de médias superadas significativamente pela média m)

No que diz respeito ao peso médio de 100 grãos, verifica-se que apesar das significâncias das interações cultivares x adubações e cultivares x safras (Tabela 3), os efeitos médios das adubações e das safras foram pequenos (Tabela 6), ressaltando o caráter varietal dessa característica, o que é coerente com o fato de que os coeficientes de correlação calculados entre os pesos médios de cem

grãos das parcelas com e sem adubação do feijoeiro foram relativamente elevados ($r=0,88$ e $0,87$, respectivamente, nas águas e no inverno-primavera), indicando alta correlação entre os pesos observados nas duas situações.

TABELA 6. Peso médio de cem grãos apresentados por 25 cultivares de feijoeiro em função de safras e da ausência ou presença de adubação da leguminosa. UFLA, Lavras-MG, 1998/99.⁽¹⁾

Cultivares	Águas			Inverno			Geral	
	Sem	Com	Média	Sem	Com	Média	Médias	Pi (%)
CII-102	21,09	20,55	20,82	20,00	20,78	20,39	20,60	28
Pérola	21,58	22,59	22,09	23,46	25,13	24,30	23,19	88
Ouro Negro	25,88	24,78	25,33	22,11	24,39	23,25	24,29	92
LH-11	18,94	18,59	18,77	21,03	22,63	21,83	20,30	24
Carioca-MG	16,58	16,44	16,51	19,27	20,83	20,05	18,28	4
LH-9	23,16	20,40	21,78	23,22	21,83	22,53	22,15	72
LH-10	20,10	19,14	19,62	21,20	22,40	21,80	20,71	32
CII-348	21,24	20,26	20,75	20,37	19,92	20,15	20,44	24
Carioca	18,73	17,17	17,95	17,71	19,95	18,83	18,39	4
CII-175	21,86	19,96	20,91	19,66	18,47	19,07	19,99	16
CII-90	19,61	18,29	18,95	20,79	19,73	20,26	19,61	16
CII-337	18,08	18,02	18,05	19,08	18,65	18,87	18,46	4
ESAL-696	22,29	20,46	21,38	21,33	22,48	21,91	21,64	56
CII-281	20,62	21,65	21,14	19,93	20,06	20,00	20,57	28
LH-2	21,13	20,53	20,83	20,22	22,14	21,18	21,01	36
CII-244	18,22	18,61	18,42	19,68	20,67	20,18	19,30	16
ESAL-695	21,34	20,79	21,07	17,59	17,63	17,61	19,34	16
IAPAR-81	21,96	20,99	21,48	21,67	21,33	21,50	21,49	48
EMGOPA-Ouro	15,92	14,99	15,46	17,03	17,95	17,49	16,47	0
CII-103	20,42	20,07	20,25	22,98	22,69	22,84	21,54	52
LH-3	19,08	19,76	19,42	20,13	19,88	20,01	19,71	16
ESAL-693	24,64	26,30	25,47	26,36	27,02	26,69	26,08	96
CII-78	22,19	19,94	21,07	19,57	19,38	19,48	20,27	24
B-1	21,34	20,65	21,00	20,89	21,90	21,40	21,19	36
ESAL-694	20,85	22,34	21,60	20,44	19,72	20,08	20,84	32
Média	20,67	20,13	20,40	20,63	21,10	20,87	20,87	

⁽¹⁾ Comparação entre cultivares através do método de Fasoulas (1983) aplicado sobre o teste Duncan ao nível de 5% de probabilidade (Pi indica a porcentagem de médias superadas significativamente pela média m)

Os valores médios do peso de cem grãos variaram de 16,47g (cv. Emgopa Ouro) a 26,08g (cv. Esal-693). Além da Esal-693, destacaram-se, quanto ao tamanho do grão, as cv. Ouro Negro (24,29g), Pérola (23,19g) e LH-9 (22,15g). Estas diferenças provavelmente estão relacionadas às diferenças existentes entre as cultivares no que diz respeito à absorção, translocação e metabolismo dos nutrientes a partir de sua disponibilidade na solução do solo, bem como da diferente duração e eficiência do período de enchimento do grão conforme determinou Cruz (1992).

Como já foi visto, em relação ao rendimento de grãos, houve significância para a interação cultivares x safras (Tabela 3), indicando que o comportamento das cultivares não foi coincidente nas diferentes safras. Na safra das águas, as cultivares mais produtivas foram CII-102, Ouro Negro, Pérola e CII-348 (Tabela 7), com produtividade média igual ou superior a 2.000 kg/ha. Na safra do inverno-primavera as cultivares Carioca-MG, LH-11 e LH-10, se destacaram com produtividade superior a 3.200 kg/ha. Considerando-se a média das duas safras, a cultivar CII-102 (2584 kg/ha) foi a que mais se destacou, superando 80% das cultivares testadas (Tabela 7). Em segundo lugar ficaram a Pérola (2.533 kg/ha), a Ouro Negro (2.474 kg/ha), a LH-11 (2.453 kg/ha) e a Carioca-MG (2.446 kg/ha).

Todas as cultivares apresentaram melhor desempenho na safra de inverno-primavera, embora o acréscimo de produtividade tenha variado em magnitude (Tabela 7). O acréscimo médio de produtividade no inverno-primavera em relação à safra das águas foi de 61%, refletindo, portanto, a já mencionada melhoria do ambiente nesta época. Dentre as cultivares que mais responderam a esta melhoria do ambiente, destacaram-se tanto cultivares de alto rendimento médio, como a Carioca-MG (2.446 kg/ha), como cultivares de pior comportamento, como a Esal-694, a menos produtiva (1.487 kg/ha), ambas com respostas superiores a 140%.

TABELA 7. Rendimento médio de grãos de 25 cultivares de feijoeiro em duas safras. UFLA, Lavras-MG, 1998/99.(Média das parcelas com e sem adubação do feijoeiro).

Cultivares	Águas		Inverno		Geral	
	kg/ha	Pi(%)	kg/ha	Pi(%)	kg/ha	Pi(%)
CII-102	2330	84	2840	8	2584	80
Pérola	2100	68	2966	16	2533	68
Ouro Negro	2316	84	2630	0	2474	68
LH-11	1604	12	3602	52	2453	68
Carioca-MG	1432	4	3458	76	2446	68
LH-9	1686	12	3122	36	2404	64
LH-10	1462	4	3272	48	2367	60
CII-348	2064	68	2660	0	2362	60
Carioca	1740	12	2756	4	2248	36
CII-175	1842	20	2566	0	2204	32
CII-90	1546	12	2806	8	2176	28
CII-337	1494	4	2800	8	2147	24
ESAL-696	1598	12	2654	0	2127	24
CII-281	1766	12	2470	0	2118	24
LH-2	1684	12	2524	0	2104	20
CII-244	1764	12	2424	0	2094	20
ESAL-695	1670	12	2406	0	2038	16
IAPAR-81	1630	12	2378	0	2004	8
EMGOPA-Ouro	1552	12	2430	0	1991	8
CII-103	1144	0	2716	0	1930	8
LH-3	1476	4	2338	0	1907	8
ESAL-693	1428	4	2282	0	1855	8
CII-78	1618	12	2060	0	1839	8
B-1	1444	0	2200	0	1672	4
ESAL-694	870	0	2104	0	1487	0
Média	1638		2647		2143	

(1) Comparação entre cultivares através do método de Fasoulas (1983) aplicado sobre o teste Duncan ao nível de 5% de probabilidade (Pi indica a porcentagem de médias superadas significativamente pela média m)

Os efeitos da interação cultivares x adubação podem ser observados na Tabela 8, na qual fica evidente o comportamento distinto das cultivares em cada tipo de adubação (só adubação residual da batata ou residual + adubação do feijão).

TABELA 8. Rendimento médio de grãos de 25 cultivares de feijoeiro em duas safras, na ausência ou presença de adubação da leguminosa. UFLA, Lavras-MG, 1998/99.

Cultivares	Aguas			Inverno			Médias		
	Sem	Com	%	Sem	Com	%	Sem	Com	%
CII-102	2210	2448	10,8	2638	3040	15,2	2424	2744	13,2
Pérola	2080	2120	1,9	2188	3742	71,0	2134	2932	37,4
Ouro Negro	2172	2462	13,4	2068	3192	54,4	2120	2828	33,4
LH-11	1416	1792	26,6	2318	4286	84,9	1867	3040	62,8
Carioca-MG	1252	1614	28,9	2666	4252	59,5	1959	2932	49,7
LH-9	1808	1566	-13,4	2766	3478	25,7	2286	2522	10,3
LH-10	1174	1748	48,9	2728	3818	40,0	1951	2784	42,7
CII-348	1918	2208	15,1	1886	3422	81,4	1908	2816	47,6
Carioca	1880	1590	-15,4	2140	3372	57,6	2016	2480	23,0
CII-175	1734	1948	12,3	2542	2590	1,9	2138	2270	6,2
CII-90	1502	1592	6,0	1982	3630	83,1	1742	2610	49,8
CII-337	1372	1618	17,9	2168	3434	58,4	1769	2526	42,8
ESAL-696	1318	1880	42,6	1868	3440	84,2	1593	2660	67,0
CII-281	1420	2114	48,9	1764	3174	79,9	1592	2644	66,1
LH-2	1542	1826	18,4	1900	3148	65,7	1721	2486	44,5
CII-244	1678	1852	10,4	1736	3112	79,3	1707	2482	45,4
ESAL-695	1472	1866	26,8	2016	2798	38,8	1744	2332	33,7
IAPAR-81	1546	1716	11,0	1876	2880	53,5	1711	2298	34,3
EMGOPA-Ouro	1372	1734	26,4	1976	2884	46,0	1674	2310	38,0
CII-103	1296	992	-23,5	1870	3564	90,6	1583	2278	43,9
LH-3	1298	1654	27,4	1584	3092	95,2	1441	2372	64,6
ESAL-693	1166	1680	44,1	1760	2804	59,3	1463	2248	53,7
CII-78	1668	1566	-6,1	1600	2520	57,5	1634	2042	25,0
B-1	1138	1150	1,1	2218	2182	-1,6	1678	1665	-0,8
ESAL-694	828	910	9,9	1434	2776	93,6	1131	1843	63,0
Média	1530	1746	14,1	2068	3225	56,0	1799	2486	38,2

(1) Comparação entre cultivares através do método de Fasoulas (1983) aplicado sobre o teste Duncan ao nível de 5% de probabilidade (P_i indica a porcentagem de médias superadas significativamente pela média m_i)

Na condição de aproveitamento apenas da adubação residual, em média sobressairam as cultivares CII-102, LH-9, CII-175, Pérola, Ouro Negro e Carioca com produtividades superiores a 2.000 kg/ha. De certa forma, estas cultivares podem ser consideradas mais eficientes e ou menos exigentes, pois destacaram-se em condições de menor disponibilidade de nutrientes no solo.

Quando utilizou-se, além da adubação residual da batata, também adubação no feijão, ou seja, quando o ambiente foi superior em fertilidade do solo, apenas as cultivares ESAL-694 e B-1 não apresentaram produtividades na média das duas safras, superiores a 2.000 kg/ha.

Este comportamento diferencial de cultivares de feijoeiro em função de diferentes adubações também foi observado por Ronzelli Júnior et al. (1985), Silva (1988), Miranda (1993) e Stone e Pereira (1994). No presente trabalho, quando se calculou o coeficiente de correlação entre os rendimentos com e sem adubação do feijoeiro, os valores foram relativamente baixos ($r=0,74$ e $r=0,40$, respectivamente, nas águas e no inverno-primavera), indicando baixa correlação entre as médias das parcelas adubadas e sem a referida adubação. Este fato, de certa forma, confirma o comportamento diferencial das cultivadas nas duas situações.

No inverno-primavera, todas as cultivares apresentaram acréscimo de rendimento quando se utilizou a adubação adicional do feijoeiro, exceto a B-1 e CII-175, cujos rendimentos foram similares nas duas situações de adubação (Tabela 8). Ainda nesta safra, observou-se que a magnitude do acréscimo foi pequena apenas nas cultivares CII-102 (15,2%) e LH-9 (25,7%), enquanto nas outras cultivares, estes valores foram sempre superiores a 38% (Tabela 8). Já nas águas a magnitude de resposta das cultivares à adubação foi menor, atingindo seu maior valor em torno de 49% (cultivares LH-10 e CII-281).

Em princípio, este resultado mostra a necessidade de se utilizar adubação adicional; contudo, é necessário proceder-se uma estimativa econômica para verificar se há retorno no investimento. Considerando que nas duas condições em que foram conduzidos os experimentos a única diferença foi a adubação do feijoeiro, a estimação do retorno econômico pode ser facilmente obtida.

Assumindo-se esta colocação, o custo efetivo, por hectare, do fertilizante de cada experimento na safra das águas, é apresentado na Tabela 9, juntamente com a produção estimada, a renda bruta obtida, a margem bruta calculada e a diferença entre essa margem e aquela referente ao tratamento que utilizou apenas a adubação residual da batata. Para se evitar o efeito da inflação, utilizou-se o preço médio do fertilizante e da saca de feijão em dólares.

Em primeiro lugar, deve ser mencionado que, conforme a Tabela 8, na safra das águas, a máxima produção (1.746 kg/ha) foi obtida quando se utilizou o fertilizante adicional, o qual forneceu uma renda bruta equivalente a US\$ 1.175,06 por hectare, contra US\$ 1.029,67 por hectare (referentes a 1.530 kg/ha), quando se empregou apenas a adubação residual (Tabela 8). A diferença de retorno líquido, neste caso, foi equivalente a US\$ -29,63 por hectare, o que inviabiliza o emprego da adubação adicional do feijão cultivado em sucessão à batata. Além disso, devem ser considerados os riscos da coincidência de chuvas na colheita, do maior aborto de flores e vagens com o excesso de calor, do encharcamento ou de maiores problemas com patógenos e plantas invasoras nesta safra das águas (Vieira e Vieira, 1995).

TABELA 9. Custo efetivo dos fertilizantes de plantio e cobertura, produção estimada, renda e margem bruta e diferença de margem que utilizou adubação do feijoeiro em relação à que utilizou apenas o efeito residual da adubação da batata na safra das águas de 1998.

Especificação	Adubação do feijoeiro	
	Sem	Com
Custo do fertilizante plantio + cobertura (US\$/ha)*	0,0	175,00
Produção estimada (kg/ha)	1530,00	1746,00
Renda bruta (US\$/ha)**	1029,69	1175,06
Margem bruta (US\$/ha)	1029,69	1000,06
Diferença das margens (US\$/ha)	—	-29,63

* Preço médio últimos cinco anos (04-14-08: US\$ 0,248/kg; sulfato de amônio: US\$ 0,255/kg)

**Preço médio do feijão nos últimos dez anos: US\$ 0,673/kg.

Na safra do inverno-primavera, a máxima produção, de 3.225 kg/ha (Tabela 8), foi obtida quando se utilizou adubação da leguminosa, que forneceu uma renda bruta equivalente a US\$ 2.170,43 por hectare, contra US\$ 1.391,76 por hectare (referentes a 2.068 kg/ha), quando se utilizou apenas do efeito residual da adubação da batata (Tabela 10). O retorno líquido obtido pela diferença das margens foi equivalente a US\$ 603,67 por hectare, o que viabiliza, nesta safra, o emprego da adubação do feijoeiro cultivado em sucessão à batata. Deve ser considerado, ainda, que nesta safra, obrigatoriamente conduzida sob irrigação, os riscos são menores (Vieira e Vieira, 1995).

TABELA 10. Custo efetivo dos fertilizantes de plantio e cobertura, produção estimada, renda e margem bruta e diferença de margem que utilizou adubação do feijão em relação à que utilizou apenas o efeito residual da adubação da batata na safra do inverno-primavera de 1999.

Especificação	Adubação da feijoeiro	
	Sem	Com
Custo do fertilizante plantio + cobertura (US\$/ha)*	0,0	175,00
Produção estimada (kg/ha)	2068,00	3225,00
Renda bruta (US\$/ha)**	1391,76	2170,43
Margem bruta (US\$/ha)	1391,76	1995,43
Diferença das margens (US\$/ha)	—	603,67

* Preço médio últimos cinco anos (04-14-08: US\$ 0,248/kg; sulfato de amônio: US\$ 0,255/kg)

**Preço médio do feijão nos últimos dez anos: US\$ 0,673/kg.

Deve ser salientado, ainda, que os preços do feijão, historicamente, apresentam grande oscilação sazonal ao longo do ano e mesmo entre anos, o que significa que situações diversas da aqui colocada podem ocorrer com frequência, já que se trabalhou com preços médios do produto praticados nos últimos cinco anos.

4 CONCLUSÕES

1. É viável utilizar apenas a adubação residual da batata para obtenção de boa produtividade com a cultura do feijoeiro em rotação.
2. Em ambas as safras, a adubação da leguminosa elevou o rendimento de grãos, mas apenas na safra do inverno-primavera mostrou-se economicamente viável.
3. As cultivares de feijoeiro apresentaram comportamento não coincidentes em resposta à adubação.

5 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABREU, A. de F.B.; RAMALHO, M.A.P.; SANTOS, J.B. dos.; MARTINS, L.A. Progresso do melhoramento genético do feijoeiro: nas décadas de setenta e oitenta nas regiões Sul e Alto Paranaíba em Minas Gerais. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, v.23, n.1, p.105-112, jan. 1994.
- ALMEIDA, A.A.F.; LOPES, N.F.; OLIVA, M.A.; BÁRROS, R.S. Desenvolvimento e partição de assimilados em *Phaseolus vulgaris* submetido a três doses de nitrogênio e três níveis de luz. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*. Brasília, v.23, n.8, p.837-847, ago. 1988.
- ANDRADE, M.J.B. de; ABREU, A. de F.B.; RAMALHO, M.A.P. Recomendação para a cultura do feijoeiro em Minas Gerais. Lavras: ESAL, 1992. 12p. (Circular, 06)
- ANDRADE, M.J.B. de. Clima e solo. In: VIEIRA, C.; PAULA JÚNIOR, T.J. de.; BORÉM, A. Feijão: aspectos gerais e cultura no Estado de Minas Gerais. Viçosa: UFV, 1998. p.83-97.
- BRASIL. Ministério da Agricultura e Reforma Agrária. Secretaria Nacional de Irrigação. Departamento Nacional de Meteorologia. Normais Climatológicas - 1961-1990. Brasília: MARA, 1992. 84p.
- CARVALHO, A.M.; FAGERIA, N.K.; OLIVEIRA, I.P.; KINJO, T. Resposta do feijoeiro à aplicação de fósforo em solos dos cerrados. *Revista brasileira de ciência do solo*, Campinas, v.19, n.1, p. 61-67, jan./abr. 1995.
- CRUZ, J.L. Padrão de acúmulo de matéria seca nos grãos do feijoeiro (*Phaseolus vulgaris* L.) e sua relação como rendimento. Lavras: UFLA, 1992. 94p. (Dissertação - Mestrado em Fisiologia Vegetal).
- COMISSÃO DE FERTILIDADE DO SOLO DO ESTADO DE MINAS GERAIS. Recomendações para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais: 4ª aproximação. Lavras, 1989. 159p.
- DINIZ, A.R. Resposta da cultura do feijão (*Phaseolus vulgaris* L.) à aplicação de nitrogênio (semeadura e cobertura) e de molibdênio foliar. Lavras:UFLA, 1995. 60p. (Dissertação - Mestrado em Fitotecnia).

- FASOULAS, A.C. Rating cultivars and trials in applied plant breeding. *Euphytica*, Wageningen, v.32, n.3, p.939-943, Nov. 1983.
- FILGUEIRA, F.A.R. Nutrição mineral e adubação em bataticultura, no Centro-Sul. In: FERREIRA, M.E.; CASTELLANE, P.D.; CRUZ, M.C. Nutrição e adubação de hortaliças. Piracicaba: ABPPF, 1993. p.401-428.
- FRONZA, V.; VIEIRA, V.; CARDOSO, A.A.; CRUZ, C.D.; PEREIRA, P.R.G. Resposta de cultivares de feijão (*Phaseolus vulgaris* L.) de porte ereto ao efeito de espaçamento entre linhas e níveis de adubação mineral. *Revista Ceres*, Viçosa, v.41, n.237, p.567-583, set./out. 1994.
- GARRIDO, M.A.T. Respostas do feijoeiro às lâminas de água e adubação nitrogenada. Lavras: UFLA, 1998. 205p. (Tese - Doutorado em Fitotecnia).
- GOEPFERT, C.F. Experimento sobre o feijoeiro residual da adubação fosfatada em feijoeiro (*Phaseolus vulgaris* L.). *Agronomia Sulriograndense*. Porto Alegre, v.8, n.1, p.41-47, 1972.
- LAVRAS. Prefeitura Municipal de Lavras. Secretaria de indústria, comércio, serviços e tecnologia. *Conheça Lavras*. Lavras, 1993. 97p.
- MIRANDA, G.V. Comparação de métodos de avaliação da adaptabilidade e estabilidade do comportamento de cultivares: exemplo com a cultura do feijão (*Phaseolus vulgaris* L.). Viçosa: UFV, 1993. 120p. (Dissertação - Mestrado em Genética e Melhoramento).
- OLIVEIRA, A. F. de; PINTO, C.A.B.P.; RAMALHO, M.A.P.; BARBOSA, M.N.P.; PÁDUA, J.G. de. Aproveitamento de resíduos de adubação da batata através do cultivo sucessivo com feijão. *Horticultura Brasileira*, Brasília, v.12, n.1, p.94, maio 1994. (resumo 161).
- PERES, J.R.R.; SUHET, A.R.; MENDES, I.C.; VARGAS, M.A.T. Efeito da inoculação com rizóbio e da adubação nitrogenada em sete cultivares de feijão em solo de cerrado. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, Campinas, v.18, n.3, p.415-420, set./dez. 1994.
- PIANA, C.F. de B.; ANTUNES, I.F.; SILVA, J.G.C. da; SILVEIRA, E.P. Adaptabilidade e estabilidade do rendimento de grãos de genótipos de feijão. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, v.34, n.4, p.553-564, abr. 1999.

- RIBEIRO, J.D.R. Associativismo garante futuro do produtor de batatas. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v.20, n.197, p.5-6, mar./abr. 1999.
- ROCHA, J.A.M. Produção do feijoeiro (*Phaseolus vulgaris* L.) cultivado em populações variáveis quanto ao número e ao arranjo de planta. Piracicaba: ESALQ, 1991. 48p. (Dissertação - Mestrado em Fitotecnia).
- RONZELLI JUNIOR, P.; VIEIRA, C.; BRAGA, J.M.; SEDIYAMA, C.S. Resposta de cultivares de feijão (*Phaseolus vulgaris* L.) à calagem e adubação fosfatada. **Revista Ceres**, Viçosa, v.32, n.184, p.500-524, nov./dez. 1985.
- SERVIÇO DE APOIO AS MICRO E PEQUENAS EMPRESAS DE MINAS GERAIS. Sebrae-MG. Lavras: diagnóstico municipal. Belo Horizonte, 1998. 179p.
- SILVA, A.J. da. Resposta de cultivares de feijão (*Phaseolus vulgaris* L.) à adubação nitrogenada. Lavras: ESAL, 1988. 85p. (Dissertação - Mestrado em Solos e Nutrição de Plantas).
- SILVEIRA, P.M.; MOREIRA, J.A.A. Resposta do feijoeiro a doses de fósforo e lâminas de água de irrigação. **Revista brasileira de ciência do solo**, Campinas, v.14, n.1, p. 63-67, jan./abr. 1990.
- STONE, L.F.; PEREIRA, A.L. Sucessão arroz-feijão irrigados por aspersão: efeitos de espaçamento entre linhas, adubação e cultivar na produtividade e nutrição do feijoeiro. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.29, n.4, p.521-533, abr. 1994.
- STONE, L.F.; SILVEIRA, P.M.; ZIMMERMANN, F.J.P. Características físico-hídricas e químicas de um Latossolo após adubação e cultivos sucessivos de arroz e feijão, sob irrigação por aspersão. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v.18, n.3, p.533-539, set./dez. 1994.
- TEIXEIRA, I.R. Comportamento do feijoeiro (*Phaseolus vulgaris* L. cv. Pérola) submetido a diferentes densidades de semeadura e níveis de adubação nitrogenada. Lavras: UFLA, 1998. 67p. (Dissertação - Mestrado Fitotecnia).
- VIEIRA, C.; VIEIRA, R.F. Épocas de plantio do feijão e proposta de nomenclatura para designá-las. **Revista Ceres**, Viçosa, v.42, n.244, p.685-688, nov./dez. 1995.

LIBEROS D.R. As de 1911. Um livro de estudos de estudos
trabalho e trabalho de trabalho de trabalho de trabalho

CONSTITUIÇÃO DO TRABALHO DE TRABALHO DE TRABALHO DE TRABALHO
de trabalho de trabalho de trabalho de trabalho de trabalho

CONSTITUIÇÃO DO TRABALHO DE TRABALHO DE TRABALHO DE TRABALHO
de trabalho de trabalho de trabalho de trabalho de trabalho

SERVIÇO DE TRABALHO DE TRABALHO DE TRABALHO DE TRABALHO
de trabalho de trabalho de trabalho de trabalho de trabalho

SERVIÇO DE TRABALHO DE TRABALHO DE TRABALHO DE TRABALHO
de trabalho de trabalho de trabalho de trabalho de trabalho

SERVIÇO DE TRABALHO DE TRABALHO DE TRABALHO DE TRABALHO
de trabalho de trabalho de trabalho de trabalho de trabalho

SERVIÇO DE TRABALHO DE TRABALHO DE TRABALHO DE TRABALHO
de trabalho de trabalho de trabalho de trabalho de trabalho

SERVIÇO DE TRABALHO DE TRABALHO DE TRABALHO DE TRABALHO
de trabalho de trabalho de trabalho de trabalho de trabalho

SERVIÇO DE TRABALHO DE TRABALHO DE TRABALHO DE TRABALHO
de trabalho de trabalho de trabalho de trabalho de trabalho

SERVIÇO DE TRABALHO DE TRABALHO DE TRABALHO DE TRABALHO
de trabalho de trabalho de trabalho de trabalho de trabalho

TABELA 1A Resumo da análise de variância individual (quadrados médios) do número médio de vagens por planta do feijoeiro avaliado em duas safras, na ausência e presença da adubação do feijoeiro. UFLA, Lavras-MG, 1998/99.

F. V.	G.L.	Aguas 98/99		Inverno 1999	
		Sem	Com	Sem	Com
Bloco	2	4,843	13,612	28,847	9,211
Trat.	24	7,637 ^{ns}	13,528 ^{ns}	6,472 ^{ns}	7,298 ^{**}
Erro Lat.	36	—	—	6,467	3,029
Erro Bloc.	48	9,755	7,981	—	—

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

^{ns} não significativo.

TABELA 2A Resumo da análise de variância individual (quadrados médios) do peso médio de cem grãos do feijoeiro avaliado em duas safras, na ausência e presença da adubação do feijoeiro. UFLA, Lavras-MG, 1998/99.

F. V.	G.L.	Aguas 98/99		Inverno 1999	
		Sem	Com	Sem	Com
Bloco	2	3,729	7,920	0,037	1,517
Trat.	24	15,286 ^{**}	17,182 ^{**}	12,090 ^{**}	15,025 ^{**}
Erro Lat.	36	1,077	0,982	—	0,912
Erro Bloc.	48	—	—	1,189	—

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

TABELA 3A Resumo da análise de variância individual (quadrados médios) do rendimento médio de grãos do feijoeiro avaliado nas duas safras, na ausência e presença da adubação do feijoeiro. UFLA, Lavras-MG, 1998/99.

F. V.	G.L.	Aguas 98/99		Inverno 1999	
		Sem	Com	Sem	Com
Bloco	2	23 881,8	52 457,7	38 967,3	76 954,7
Trat.	24	88 540,1 ^{**}	105 376,6 ^{**}	102 725,4 ^{ns}	192 219,4 ^{**}
Erro Lat.	36	—	17 779,0	57 995,7	58 179,9
Erro Bloc.	48	22 172,0	—	—	—

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

^{ns} não significativo.