



**DESEMPENHO DE CULTIVARES DE
FEIJOEIRO-COMUM EM PLANTIO DIRETO E
CONVENCIONAL EM DIFERENTES SAFRAS**

RAIMUNDO LUÍZ LAURINHO DOS SANTOS

2003

56905

007727

RAIMUNDO LUÍZ LAURINHO DOS SANTOS

**DESEMPENHO DE CULTIVARES DE
FEIJOEIRO-COMUM EM PLANTIO DIRETO E
CONVENCIONAL EM DIFERENTES SAFRAS**

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

Orientador
Prof. Dr. João Batista Donizeti Corrêa
("in memorian")

LAVRAS
MINAS GERAIS - BRASIL



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

Santos, Raimundo Luiz Laurinho dos

Desempenho de cultivares de feijoeiro-comum em plantio direto e convencional em diferentes safras / Raimundo Luiz Laurinho dos Santos . -- Lavras : UFLA, 2003.

72 p. : il.

Orientador: João Batista Donizeti Corrêa.

Dissertação (Mestrado) -- UFLA.

Bibliografia.

1. Feijão. 2. Plantio direto. 3. Plantio convencional. 4. Palhada. I. Universidade Federal de Lavras. II. Título.

CDD-635.6528

RAIMUNDO LUÍZ LAURINHO DOS SANTOS

**DESEMPENHO DE CULTIVARES DE
FEIJOEIRO-COMUM EM PLANTIO DIRETO E
CONVENCIONAL EM DIFERENTES SAFRAS**

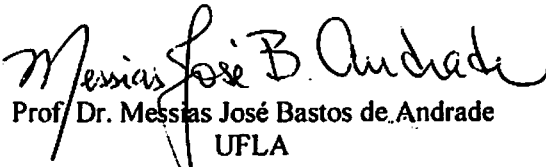
Dissertação apresentada à Universidade Federal de Lavras como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Agronomia, área de concentração Fitotecnia, para obtenção do título de “Mestre”.

Aprovada em 22 de agosto de 2003

Prof. Dr. Gabriel José de Carvalho – UFLA

Prof. Dr. Augusto Ramalho de Moraes – UFLA

Pesquisador Dr. Wander Eustáquio de Bastos Andrade – PESAGRO - RIO


Prof. Dr. Messias José Bastos de Andrade
UFLA
(Presidente da Banca)

LAVRAS
MINAS GERAIS – BRASIL
2003

AGRADECIMENTOS

À Universidade Federal de Lavras (UFLA), particularmente ao Departamento de Agricultura pela oportunidade de realização do curso.

Ao professor Samuel Pereira de Carvalho, pela simplicidade, humanidade e retidão com que trata a todos que chegam na UFLA.

Ao Professor Augusto Ramalho de Moraes, pela atenção, paciência e orientação nas análises estatísticas.

Ao Professor Messias José Bastos de Andrade, pela atenção, orientação, disponibilidade e ensinamentos, tanto na disciplina por ele ministrada, como pela aceitação em orientar a conclusão deste trabalho.

Ao professor João Batista Donizete Corrêa (“in memoriam”), por ter sido o responsável pela orientação de campo e também pelo meu retorno ao mundo do estudo e pesquisa.

À minha esposa, Maria de Fátima E. Amorim Santos, que sempre me encorajou nos momentos difíceis e cuidou, na minha ausência, da nossa casa e nossos filhos.

MUITO OBRIGADO

SUMÁRIO

	Página
RESUMO	i
ABSTRACT	ii
1 INTRODUÇÃO	1
2 REFERENCIAL TEÓRICO	3
2.1 Aspectos gerais da cultura do feijoeiro-comum	3
2.2 Manejo do solo para a cultura do feijoeiro.....	5
2.2.1 Preparo convencional	6
2.2.2 Plantio direto.....	8
2.3 Época de semeadura x manejo do solo	9
2.4 Palhadas.....	12
2.4.1 Aveia	15
2.4.2 Trigo.....	16
2.4.3 Pousio.....	20
2.5 Cultivares de feijoeiro	21
3 MATERIAL E MÉTODOS	23
3.1 Localização, clima e solo.....	23
3.2 Delineamento estatístico, tratamentos e detalhes das parcelas.....	23
3.3 Implantação e condução dos experimentos.....	28
3.4 Características avaliadas.....	31
3.4.1 Quantidade de palha no plantio direto	31
3.4.2 Características do feijoeiro.....	32
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO	34
4.1 Quantidade de palha no plantio direto	34
4.2 Características do feijoeiro nas três primeiras safras	35
4.2.1 Massa de 100 grãos.....	37
4.2.2 Rendimento de grãos	41
4.2.3 Estande final.....	45
4.2.4 Número de vagens por planta.....	49
4.2.5 Número de grãos por vagem	51
4.3 Características do feijoeiro na seca 2003	53
4.3.1 Massa de 100 grãos.....	55
4.3.2 Rendimento de grãos	56
4.3.3 Estande final.....	58
4.3.4 Número de vagens por planta.....	60
4.3.5 Número de grãos por vagem	61
5 CONCLUSÕES	62
6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	63

RESUMO

SANTOS, Raimundo Luiz Laurinho dos. **Desempenho de cultivares de feijoeiro-comum em plantio direto e convencional em diferentes safras 2003**. 72p. Dissertação (Mestrado em Agronomia/Fitotecnia)-Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG*.

Com o objetivo de estudar o desempenho agrônômico de cultivares de feijoeiro-comum, oriundos de diferentes grupos comerciais, em sistema convencional e em plantio direto sobre diferentes coberturas do solo, foram conduzidos quatro experimentos de campo, envolvendo as três épocas de semeadura da região sul de Minas Gerais. O delineamento estatístico foi o de blocos casualizados, com quatro repetições, e os tratamentos dispostos no esquema experimental em faixas. Os blocos foram compostos de faixas. Nas três primeiras safras os tratamentos envolveram as combinações entre seis cultivares (Ouro Negro, Talismã, Carioca, Pérola, Roxão e Jalo ESAL) e quatro sistemas de plantio (plantio direto sobre palhada de aveia, trigo e resteva do pousio, mais o plantio convencional). No último experimento adotou-se o mesmo delineamento e empregaram-se as mesmas cultivares, mas os sistemas de plantio foram apenas três (plantio direto sobre aveia e resteva do pousio, mais o sistema convencional). Foram estimados, em cada safra, as quantidades de palha no plantio direto, o estande final e o rendimento de grãos e seus componentes (número de vagens por planta, número de grãos por vagem e massa média de cem grãos) no feijoeiro. Verificou-se que o desempenho agrônômico das cultivares de feijoeiro é modificado pelo sistema de plantio e, principalmente, pelas safras. Em geral, a cultivar Ouro Negro, de grãos pretos, superou as cultivares de grãos carioca (Talismã, Carioca e Pérola). As cultivares com maior tamanho de grãos (Jalo ESAL e Roxão) tiveram o pior comportamento. Os maiores rendimentos de grãos são obtidos na safra irrigada do inverno-primavera seguida das águas e, finalmente, da safra da seca. Nos ambientes mais favoráveis o plantio direto suplanta o sistema convencional. Em ambiente inferior, o plantio direto sobre resteva do pousio propicia maior rendimento de grãos.

* Comitê Orientador: Prof. Dr. João Batista Donizete Corrêa – UFLA (Orientador, “in memorian”), Prof. Dr. Messias José Bastos de Andrade – UFLA (Co-orientador) e Prof. Dr. Augusto Ramalho de Moraes – UFLA (Co-orientador)

ABSTRACT

SANTOS, Raimundo Luiz Laurinho dos. Performance of common beans cultivars in both conventional and no-tillage systems in different seeding seasons. 2003. 72p. Dissertation (Master in Crop Science)-Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG*.

Four field experiments involving three seeding seasons in the south region Minas Gerais were carried out with the objective of studying the agronomical performance of common beans cultivars from different commercial groups by using both the conventional and the no-tillage systems on different soil coats. A randomized-block design with four replications was used. The treatments were arranged in a split block scheme. At the first three crop seasons, six bean cultivars (Ouro Negro, Talismã, Carioca, Pérola, Roxão and Jalo ESAL) and four planting systems (conventional and no-tillage on oat, wheat and bare soil straws) were used. For the last experiment the same statistical design and the same cultivars were used. However, only three planting systems were used (conventional and no-tillage on oat and bare soil straws). The amount of straw used in the no-tillage system, as well as the final stand and the grains yield and their components (number of pod per plant, number of grains per pod and the one hundred-grain average mass) were estimated for each season. The agronomical performance of beans cultivars was modified by the planting system, mainly by the seeding seasons. In general the black-grain Ouro Negro cultivar had a better performance than the carioca-grain ones (Talismã, Carioca and Pérola). The biggest ones cultivar Jalo ESAL and Roxão had the worst performance. The highest grain yields were achieved in the winter-spring irrigated crops season, followed by the rainy season and finally by the dry season. At more favorable environmental conditions the no-tillage system was found to surpass the conventional one. The no-tillage on bare soil promotes better grain yield at less favorable environmental conditions

* Guidance Committee: Prof. DSc. João Batista Donizete Corrêa – UFLA (Advser, “in memorian”), Prof. DSc. Messias José Bastos de Andrade – UFLA (Co-adviser), Prof. DSc. Augusto Ramalho de Moraes – UFLA (Co-adviser).

1 INTRODUÇÃO

O sistema convencional de preparo do solo, caracterizado por uma aração e duas gradagens, ainda o mais utilizado no Brasil, tem concorrido para a desagregação excessiva do solo e sua conseqüente degradação pelo uso indiscriminado dos implementos de preparo. No Sul de Minas Gerais, onde predominam propriedades rurais pequenas a médias e as culturas do milho e feijão, o plantio direto está se tornando um meio de conscientização do produtor sobre a necessidade de tecnificação sem agressão ao meio ambiente.

O plantio direto, por sua vez, é um sistema de exploração agropecuária que envolve diversificação de espécies via rotação de culturas, as quais são estabelecidas na lavoura mediante a mobilização do solo exclusivamente na linha de semeadura, mantendo-se os resíduos vegetais das culturas anteriores na sua superfície.

O cultivo de espécies comerciais, mesmo com a adoção da rotação de culturas, tem dificultado a formação de uma camada de matéria orgânica sobre o solo. Dependendo das espécies, não haverá produção de fitomassa suficiente para a próxima cultura ou, ainda, pode-se enfrentar condições adversas para produção e acúmulo de palha, tais como ausência de chuvas, baixas temperaturas durante o inverno e rápida decomposição no período de verão. Devido a essas considerações, a rotação de culturas no plantio direto deve permitir ao agricultor cultivar, além de espécies de interesse, como feijão e milho, outras como trigo, aveia, sorgo ou cevada, que poderão ser destinadas ao comércio ou somente contribuir para formação dessas palhadas. Outra possibilidade seria aproveitar a resteva do pousio de inverno, a qual, sem maiores cuidados, pode se transformar em razoável palhada.

Das espécies citadas, o trigo ou a aveia, sendo grãos comerciais, podem constituir boa opção para melhorar a renda do pequeno produtor e ainda formar

a palhada, tão necessária ao plantio direto, pois, sendo pequena a área e, dependendo das condições em que o produtor se encontra, não é possível ocupá-la com plantas que só produzam palha.

O pousio é a mais típica situação encontrada na maioria das propriedades, principalmente naquelas que ainda não iniciaram o sistema de plantio direto. Quando o solo não se encontrar com elevados níveis de alumínio tóxico, o sistema poderá ser imediatamente implantado. Do contrário, o alumínio terá que ser neutralizado primeiro, de preferência com incorporação de calcário.

No caso da cultura do feijoeiro, além da especificidade das condições edafoclimáticas e dos sistemas de produção nas regiões de cultivo, o aumento da produtividade depende da escolha criteriosa da cultivar.

Diante disso, o objetivo do presente trabalho foi o de estudar o desempenho agrônômico de cultivares do feijoeiro-comum, de diferentes grupos comerciais, em sistema convencional e em plantio direto sobre diferentes coberturas do solo, nas três épocas típicas de semeadura desta leguminosa no Sul de Minas Gerais.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 Aspectos gerais da cultura do feijoeiro-comum

— O Brasil é o segundo maior produtor mundial de feijão. Considerando-se apenas a espécie *Phaseolus vulgaris* L. (feijoeiro-comum), o Brasil passa a ocupar a posição de primeiro produtor mundial, seguido pelo México (Embrapa, 2003).

Para Souza (2000), a espécie *Phaseolus vulgaris* L. apresenta grande diversidade de sistemas de produção, sendo ainda explorado, em parte, para subsistência, com baixo uso de insumos e pequena produtividade.

— No Brasil, o consumo atual de feijão é de cerca de 16 kg hab⁻¹ ano⁻¹, existindo preferência de cor, tipo de grão e qualidade culinária em algumas regiões do país. Ultimamente, a demanda por produtos de melhor qualidade, associada às mudanças de hábito alimentar, tem mostrado tendência para o aumento do consumo do feijão industrializado (Embrapa, 2003).

A cultura do feijoeiro ocupou, na safra de 1999/2000, área de pouco mais de 4,3 milhões de hectares no Brasil, com produção de 3.071.600 toneladas, o que leva a uma produtividade de pouco mais de 710 kg ha⁻¹ (Agrianual, 2001). O estado de Minas Gerais, com área de 433,7 mil hectares, tem produtividade em torno 900 kg ha⁻¹, ainda considerada baixa diante dos 1.984 kg ha⁻¹ produzidos pelos Estados Unidos ou dos 1.127 kg ha⁻¹ pela Argentina. A simples adoção de algumas técnicas, como adubação balanceada, correto manejo de plantas daninhas e pragas, uso de cultivares adequadas e manutenção de população adequada de plantas, já possibilitaria aumento razoável na produtividade da cultura (FAO, 2001).

O feijão tem ampla adaptação edafoclimática, o que permite seu cultivo durante todo o ano, em quase todos os estados da Federação, possibilitando

constante oferta do produto no mercado. Outra característica importante é a possibilidade de sua produção em consórcio nos mais variados arranjos inter e intraespecíficos, o que favorece a diversificação na produção, mas limita uma maior integração na sua cadeia produtiva (Embrapa, 2003).

→ As épocas tradicionais de cultivo no centro-sul brasileiro são a das 'águas' (semeadura em outubro/novembro) e da 'seca' (semeadura em fevereiro/março). A safra das 'águas' tem o risco de ocorrência de chuvas no período da colheita; a da 'seca', segundo Fiegenbaum et al. (1991), pode apresentar sensível queda de produtividade, em virtude de eventual irregularidade na distribuição pluvial.

Uma terceira opção de safra, comum entre os produtores de nível tecnológico elevado e maiores áreas de plantio, é a de 'outono-inverno', com semeadura em abril/junho e conduzida sob irrigação (Vieira & Vieira, 1995), com consideráveis resultados. Esta safra proporciona alta produtividade, redução de riscos e melhor qualidade das sementes, podendo a comercialização do produto ser feita fora da época convencional (Andrade, 2001). No Sul de Minas Gerais, devido às temperaturas baixas no período de maio a junho, esta semeadura é normalmente deslocada para julho ou agosto, fazendo com que, em alguns anos agrícolas, a colheita coincida com as chuvas (Andrade, 1998).

As duas primeiras safras são responsáveis por 90% da produção nacional, que provêm de 2,9 milhões de hectares de lavouras de pequenos e médios produtores que utilizam, na sua maioria, mão-de-obra familiar com baixo nível tecnológico, o que reflete na produtividade, com média de 776 kg ha⁻¹, considerada baixa. A safra de inverno, de aproximadamente 156.000 hectares, garante os 10% restantes da produção com lavouras de alto nível tecnológico onde a irrigação é essencial. A produtividade média é de 1.584 kg ha⁻¹, sendo possível, em lavouras administradas na forma de empresas agrícolas, rendimento acima de 3.000 kg ha⁻¹ (Embrapa, 2003).

No Sul de Minas Gerais, além do café e leite, as culturas anuais, principalmente milho e feijão, são as principais explorações agropecuárias. Atualmente, o alto custo de produção e a baixa remuneração na atividade agropecuária têm levado os produtores a estabelecerem sistemas de produção mais intensivos, como a rotação milho-silagem/feijão-seca ou milho-grão/feijão-inverno, sendo este último restrito às propriedades que dispõem de irrigação. Outra alternativa seria o cultivo do milho para produção de milho verde, com a vantagem de permitir produção de palha com retorno econômico para o agricultor, amortizando custos, especialmente nas fases de implantação do sistema plantio direto (Silva, 1994). Há, entretanto, necessidade de se estudar para a região outras seqüências culturais, para fornecer aos agricultores outras opções para a adoção do plantio direto.

2.2 Manejo do solo para a cultura do feijoeiro

Dentre os principais pontos a serem analisados para a escolha do método de preparo do solo estão o grau de compactação do solo, o volume de restos culturais e de invasoras e a fertilidade do perfil do solo comumente explorado pelas raízes (Klutchcouski et al., 1988). Em áreas já cultivadas, os métodos podem ser classificados em convencional, preparo reduzido e plantio direto.

Algumas pesquisas têm estudado o efeito dos sistemas convencional e de plantio direto na produtividade do feijoeiro. Stone & Moreira (1999) obtiveram maior produtividade para o plantio direto em comparação ao sistema de preparo convencional com arado e grade. Já Mullins & Straw (1988), Sampaio et al. (1989), Siquira (1989) e Nascimento (1998) destacaram maior produtividade a favor do sistema de preparo convencional do solo. Estes diferentes resultados, aparentemente conflitantes, refletem, na verdade, diferentes condições

edafoclimáticas, de manejo e das cultivares empregadas, como será abordado mais adiante.

2.2.1 Preparo convencional

As operações de preparo convencional do solo envolvem, em geral, uma aração e duas gradagens, sendo a primeira logo após a aração e a segunda imediatamente antes do plantio. A segunda gradagem, além de facilitar a semeadura, auxilia no controle de plantas daninhas (Bulisani et al., 1987, citados por Melhorança, 1990). Quando há grande quantidade de palha ou de outro material vegetal sobre a superfície do solo, é aconselhável incorporá-la com grade, pelo menos 15 a 20 dias antes da aração.

Uma boa aração deve eliminar as camadas superficiais compactadas, favorecer o arejamento, a infiltração de água e o desenvolvimento do sistema radicular. Para isso, os arados devem ser regulados para operar a profundidades entre 25 a 35 cm (Klutchouski et al., 1988).

O sistema convencional de preparo do solo mais utilizado no Brasil é feito com arados e grades de disco. Esses equipamentos são os mais difundidos nas mais diferentes regiões, pois atuam bem na maioria dos solos (Araújo, 1998).

Segundo Dourado Neto & Fancelli (2000), na operação de aração é frequentemente empregado o arado de 3 discos de 28', podendo ser usado em terreno bruto, com tocos e raízes, apresentando fácil regulagem e rendimento satisfatório (duas a três horas ha⁻¹). Na operação de destorroamento e nivelamento do solo, são normalmente utilizadas grades de 24 a 28 discos com 20' a 26', cuja eficiência de trabalho é função da inclinação dos discos (travamento), das condições gerais do solo e da presença de restos culturais. A aração e a gradagem são usualmente utilizadas pouco antes da semeadura,

exceção feita à ocasião de necessidade de correção do solo ou de incorporação de resíduos, devendo-se, no entanto, sempre levar em conta o teor de água do solo. A aração executada em solo úmido poderá provocar o “espelhamento” e a compactação de camadas de solo, dificultando o trabalho da grade e podendo limitar o desenvolvimento das plantas. Em solos secos, o preparo resultará em maior desgaste do implemento e do trator, maior dispêndio de combustível, menor profundidade de trabalho e maior desestruturação do solo, tornando-o mais suscetível à erosão hídrica e eólica. Dentro do possível, as operações de aração e gradeação deverão ser executadas no mesmo dia, ou no menor intervalo de tempo possível. O ponto ótimo de umidade do solo para seu preparo corresponde ao estado máximo de friabilidade, que pode ser determinado no campo por métodos práticos (Dourado Neto & Fancelli, 2000).

Ainda de acordo com Dourado Neto & Fancelli (2000), a utilização intensiva de arados e grades, sobretudo grade aradora, sempre à mesma profundidade, poderá resultar em problemas relativos à compactação de subsuperfície, dificultando a penetração de água e de raízes, potencializando os efeitos de veranicos.

Tais problemas podem ser agravados pela falta de proteção do solo, que sofre impacto direto das gotas de chuva, destruindo os agregados e aumentando o escoamento superficial. Outro problema da exposição do solo é a insolação direta, podendo ocasionar a formação de uma crosta endurecida na superfície, dificultando a infiltração de água. Também a diminuição do teor de matéria orgânica contribui substancialmente para o empobrecimento do solo a cada ano. O uso continuado deste sistema e os seus reflexos negativos no solo tornam obrigatório o emprego cada vez mais freqüente de máquinas agrícolas, fertilizantes minerais, defensivos e combustíveis fósseis, dentre outros insumos, elevando sobremaneira os custos de produção para o agricultor (Kluthcouski, 1998).

2.2.2 Plantio direto

Em 1971, no estado do Paraná, as primeiras parcelas experimentais usando o plantio sem revolvimento do solo foram instaladas com sucesso na Estação Experimental de Ponta Grossa, pelo Engenheiro Agrônomo Milton Ramos (Araújo, 1998).

O primeiro agricultor a experimentar o plantio direto no Brasil foi Herbert Arnold Bartz, no município de Rolândia, PR, em 1971. O sistema passou a ser divulgado e aceito graças ao trabalho intenso e dedicado de Manuel Henrique Pereira e Frank Dijkstra, pioneiros no plantio direto na região dos Campos Gerais no município de Ponta Grossa, PR (Ruedell, 1990).

A partir daí, o plantio direto vem tendo grande expansão em termos de área cultivada. Atualmente, pode ser observado nas mais diferentes regiões edafoclimáticas do país (Araújo, 1998) e tem todos os requisitos para reverter o quadro atual de pobreza, provocado pela degradação dos recursos naturais da maioria dos ecossistemas, para um ciclo de prosperidade, pela prática da agricultura de menor impacto ambiental (Saturnino, 2001).

De acordo com Araújo (1998), muitos projetos de plantio direto falham devido à falta de critério na escolha do local adequado para sua instalação. Para que o produtor se ajuste melhor a esta tecnologia, o sistema plantio direto deve ser iniciado nas melhores áreas da propriedade. As áreas com problemas de erosão, compactação, baixa fertilidade, praguejadas, com baixo teor de matéria orgânica e sem cobertura vegetal deverão ser primeiramente recuperadas, para posterior implantação do sistema.

A adoção do plantio direto deve ser baseada na redução dos custos de produção, melhoria da produtividade e da qualidade, preservando e recuperando recursos naturais; atendimento ao mercado com produtos agrícolas obtidos em condições de menor impacto ambiental; redução do uso de máquinas, com

menor consumo de energia fóssil e recuperação da estrutura do solo, reduzindo ao mesmo tempo a perda de solo pela erosão, mantendo a fertilidade e economizando gasto com fertilizantes (Araújo, 1998).

Assim, para a implantação do sistema de plantio direto, algumas condições básicas deverão ser satisfeitas: a) análise química e física do solo, para correção da acidez e dos níveis de fertilidade, principalmente de fósforo; b) adequação dos equipamentos e do tráfego na área, nivelamento do terreno para facilitar o plantio e, sobretudo, a colheita mecanizada; c) avaliação do grau de compactação do solo e, caso exista, eliminá-la; d) erradicação de ervas daninhas de difícil controle; e) produção e retorno de material orgânico e celulósico; e f) proteção superficial do solo por meio da rotação planejada de culturas (Araújo, 1998).

O comportamento das culturas em plantio direto deve ser objeto de avaliação, especialmente com relação ao efeito da palhada produzida por diferentes plantas de cobertura ou pela consorciação destas, tendo em vista que, mesmo no plantio convencional, já é conhecido o efeito alelopático de algumas espécies de plantas em sucessão ou mesmo inseridas em esquemas de rotação de culturas (Oliveira, 2001).

2.3 Época de semeadura x manejo do solo

A disponibilidade de água é um dos principais fatores determinantes da produtividade das culturas, sobretudo do feijoeiro-comum, devido ao seu curto ciclo. Esse fato demonstra a necessidade de tecnologias que condicionem maior produtividade, particularmente na safra da seca, quando o plantio direto é alternativa para manter a umidade do solo e permitir disponibilidade de água suficiente para melhor crescimento e desenvolvimento da cultura na época da estiagem (Oliveira, 2001).

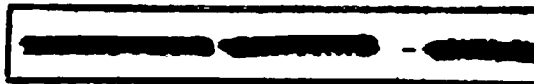
Bonde & Willis (1969), citados por Balbino et al. (1996), observaram que quanto menor a quantidade de resíduos na superfície, maior a taxa de evaporação de água no solo ao longo do tempo. O plantio direto promove não só diminuição desta taxa, como aumento na capacidade de armazenamento de água de chuva no solo e, conseqüentemente, maior reserva de água no perfil (Blevins et al., 1971, citados por Balbino et al., 1996).

Urchei (1996) e Stone & Silveira (1999) verificaram que o plantio direto, com adequada cobertura morta, condiciona menor variação e valores mais baixos da tensão matricial da água no solo, em comparação com outros sistemas de preparo que mobilizam o solo. Em Goiás, Stone & Silveira (1999) observaram maior disponibilidade de água no solo, no tratamento plantio direto mais cobertura morta, o que favoreceu os componentes da produtividade de duas cultivares de feijoeiro comum, Safira e Aporé.

No ambiente de cerrado, onde a umidade relativa do ar atinge valores inferiores a 20%, com períodos secos de até sete meses, a cobertura do solo assume grande importância. Na época das águas, a cobertura do solo pela palhada elimina o risco de perdas anuais, parciais ou totais de plantio, causados por veranicos nos meses de janeiro e fevereiro (Balbino, 1997).

Vários autores têm relatado vantagens do cultivo do feijão da seca em plantio direto. Galvão et al. (1981), em Viçosa, constataram superioridade de 24,76% do plantio direto nesta safra em relação ao sistema convencional. Zaffaroni et al. (1991), por outro lado, estudando no nordeste brasileiro a cultura nos sistemas de plantio direto, preparo do solo por meio de aração e gradagem, preparo manual (com enxada) e com tração animal em áreas adubadas e não adubadas, não verificaram efeito dos métodos de preparo do solo.

Silva et al. (2001) estudaram o comportamento de diferentes métodos de preparo do solo (grade intermediária, arado de aiveca + grade leve, plantio direto, cscarificador, preparo convencional e aração invertida) e quatro doses de



fertilizantes NPK formulado comercial 4-14-8+Zn (300, 400, 500 e 600 kg ha⁻¹) para o feijão da 'seca', em duas localidades do Sul de Minas Gerais. Em Perdões, num Latossolo Vermelho-Amarelo álico contendo 2 t ha⁻¹ de palha de milho nos tratamentos plantio direto e escarificador, utilizaram a cultivar Carioca-MG e o experimento foi conduzido sem irrigação. Em Lavras, num LATOSSOLO VERMELHO-AMARELO Distrófico, contendo 8 t ha⁻¹ de palha de milho e plantas invasoras nos mesmos tratamentos, utilizaram a cultivar Carioca, com irrigação complementar de pivô central. Em Perdões, o rendimento de grãos foi significativamente afetado pelos métodos de preparo do solo, enquanto o estande final mostrou-se influenciado pela interação dos dois fatores (métodos de preparo x adubação). Até 500 kg ha⁻¹ de fertilizante, o plantio direto e o escarificador proporcionaram os estandes mais elevados. Com o plantio direto foi obtida maior produtividade de grãos (1.100 kg ha⁻¹), enquanto que o preparo apenas com grade propiciou o menor rendimento (540 kg ha⁻¹). Em Lavras, não houve efeito dos métodos de preparo do solo sobre o estande final e rendimento de grãos, mas houve efeito da adubação sobre o estande final e rendimento de grãos. A irrigação pode ter sido o principal fator a determinar maior produtividade em Lavras, apesar do menor estande. Também a quantidade de palha, por ser maior que a de Perdões, pode ter influenciado na manutenção de maior teor de umidade durante todo o ciclo da cultura, já que a irrigação foi apenas suplementar (Sidiras & Roth, 1984).

No sistema convencional, vários autores demonstraram que o feijocero apresenta baixa produtividade na safra da seca (Vieira, 1967; Fontes, 1972; Batista et al., 1975; Chaib et al., 1984), a qual estaria relacionada com a pequena quantidade de água disponível no solo, levando a menor crescimento do sistema radicular e restringindo a absorção e translocação de nutrientes (Moracs, 1988).

De fato, de acordo com Moura et al. (1994), a média de produção do feijão da seca no plantio convencional em Minas Gerais, entre os anos de 1984 e

1993, foi de 498 kg ha⁻¹. Em 1998, este rendimento médio era de 500 kg ha⁻¹ (Santos & Braga, 1998).

O cultivo de 'outono-inverno', por outro lado, já é uma realidade, com plantios em grande escala. No entanto, Stone & Pereira (1994), citados por Andrade (2001), advertem que muitas informações sobre este cultivo ainda são necessárias, uma vez que se têm utilizado tecnologias adaptadas do cultivo de sequeiro, sendo imperativo, pois, modificações no que se refere a cultivar, adubação e população de plantas, quando do emprego de tecnologias de irrigação para o feijoeiro.

2.4 Palhadas

Até o momento, pouquíssimas são as pesquisas publicadas com o feijoeiro em plantio direto, principalmente irrigado (Nascimento, 1998). Reduzidos também ainda são os trabalhos de pesquisa com o feijoeiro sob diferentes coberturas na superfície do solo.

A quantidade de palha sobre o solo e a uniformidade de sua distribuição podem servir de referência para uma avaliação preliminar das condições nas quais o sistema de plantio direto está se desenvolvendo. Pode-se considerar que 6 t ha⁻¹ de resíduos sobre a superfície seja quantidade mínima adequada ao sistema de plantio direto, por proporcionar boa taxa de cobertura do solo. Entretanto, dependendo do tipo de planta, da região e das condições edafoclimáticas, essa quantidade pode variar bastante em função das facilidades ou dificuldades de produção de fitomassa ou da taxa de decomposição (Alvarenga et al., 2001).

Espécies destinadas à cobertura do solo devem ser selecionadas em função de características tais como facilidade de obtenção de sementes, capacidade de desenvolvimento do sistema radicular, não hospedeira de pragas e

doenças, capacidade de reciclar ou incorporar nutrientes no solo, facilidade de manejo tanto quanto a compatibilidade de ciclo com as demais espécies do sistema como a velocidade e uniformidade do desenvolvimento vegetativo, não exercer efeito alelopático negativo sobre a cultura a ser implantada e, especialmente, potencial de produção de fitomassa (Denardin & Kochhann, 1993; Los, 1995).

Segundo Alvarenga et al. (2001), mesmo depois de estabelecido o plantio direto, o manejo global da área visando à manutenção de quantidade apreciável de palhada sobre o solo é fundamental para que os seus benefícios possam ser continuados. A taxa de decomposição do material de cobertura depende da natureza e volume do material vegetal, da fertilidade do solo, do manejo da cobertura e das condições climáticas locais, representadas principalmente pela pluviosidade e temperatura, fatores que, por sua vez, afetam a atividade microbiológica do solo. Não se pode ignorar também a atividade da mesofauna numa etapa inicial de degradação física do material, a qual expõe maior superfície de contato ao ataque da biomassa microbiana.

A quantidade de palha sobre o solo é regulada por dois fatores principais: pela relação C/N do material vegetal e pelo manejo que lhe é dado. Com respeito à relação C/N, é inerente à espécie e reflete a velocidade com que a decomposição do material pode se processar. Quanto a esta característica, as plantas podem ser agrupadas em duas classes, uma de decomposição rápida e outra de decomposição lenta, sendo bem aceitos valores de relação C/N próximos a 25, como referência na separação entre elas (Alvarenga et al., 2001).

Ainda segundo Alvarenga et al. (2001), existe consenso de que nos primeiros anos do plantio direto deve ser dada preferência ao cultivo de gramíneas, de larga relação C/N, para acelerar a formação da camada de palha. Em razão disso, maior atenção deve ser dispensada à adubação nitrogenada, pois vai haver maior imobilização deste nutriente pelos microrganismos do solo. Por

isso, no plantio direto, há maior gasto de adubo nitrogenado, até que seja atingido um equilíbrio de imobilização/liberação de N no solo.

O manejo das plantas de cobertura é outro fator que pode regular a permanência de palha na superfície do solo. Sabe-se que a relação C/N torna-se mais larga à medida que a planta se desenvolve. Em razão dessa característica, o manejo das plantas de cobertura pode ser retardado ao máximo, visando dotá-lhe de maior resistência à decomposição. Entretanto, não se pode perder de vista que a produção de sementes viáveis poderá infestar a área e aumentar os gastos com herbicidas. Relações C/N em torno de 40 parecem ser satisfatórias quando o objetivo é acumular palha. Caso o plantio dessas plantas se dê na primavera, antecedendo a uma cultura de verão, o manejo não poderá ser retardado por muito tempo, pois corre-se o risco de haver prejuízo para a cultura de verão. Neste caso, a safra principal deve ser priorizada (Alvarenga et al., 2001).

A escolha das culturas que poderão integrar um sistema de rotação depende de fatores técnicos e econômicos. Dentre os fatores técnicos, podem ser citados: a adaptação das culturas à região, influenciando no risco de investimento; a necessidade de controle de doenças e pragas; a possibilidade da cultura tornar-se planta daninha nos cultivos subseqüentes ou, de forma inversa, ser controlada e a disponibilidade de tecnologia, equipamento e mão-de-obra necessárias para sua exploração (Santos et al., 1987). Entre os fatores econômicos básicos estariam aqueles relativos ao custo de produção, à segurança de mercado e à disponibilidade de crédito para exploração.

Na região do cerrado, vêm sendo utilizados a aveia e o trigo para formação de palhada. Outra maneira de se formar cobertura no solo seria a utilização do pousio com reinfectação natural.

2.4.1 Aveia

Originária do Velho Mundo, a aveia apresenta grande número de espécies cultivadas, dentre as quais destacam-se *Avena sativa* L. (aveia branca), *Avena bysantina* (amarela) e *Avena strigosa* Schieb (preta). Gramínea anual monocotilédona, possui folhas estreitas e compridas, colmos macios e suculentos, vasto sistema radicular fasciculado e porte que atinge, em média, 1,0 m de altura. Para Matzenbacher (1999), as duas primeiras espécies são de duplo propósito, ou seja, podem ser cultivadas visando à produção de grãos e/ou forragem, enquanto a aveia preta, por seus grãos não possuírem valor industrial, presta-se à produção de massa verde, visando à proteção do solo, reciclagem de nutrientes e/ou produção de forragem.

A aveia suporta os mais variados climas. No estado de Minas Gerais seu cultivo é possível em todas as regiões, desde que haja água para irrigar. O fator limitante ao seu cultivo, portanto, não é a temperatura, mas sim a água. Prefere terrenos soltos, argilo-arenosos, mas produz também em solos de cerrado, desde que se use adubação mineral e orgânica. As várzeas irrigáveis, das quais se tem no estado de Minas Gerais cerca de 1,5 milhão de hectares, oferecem condições ideais de plantio. Solos ácidos (pH baixo e Al alto) devem ser corrigidos e várzeas encharcadas devem ser drenadas antes do plantio (Lamster, 1977).

A aveia preta apresenta relação C/N que varia de 17-20 no estágio vegetativo, 41-50 na floração plena e superior a 70 na colheita (Iguc et al., 1984). Assim, o cultivo de aveia no período de inverno pode ser importante estratégia para a manutenção do solo coberto durante a estação da seca, evitando que ocorra erosão e infestação de plantas daninhas. Esta prática permite reduzir gastos com adubos e herbicidas e preservar os recursos naturais (Machado, 2000). Justamente por apresentar certa resistência a períodos mais secos, tolerância ao alumínio, baixa incidência de pragas e doenças, fácil produção de

sementes e baixo custo da lavoura, aliadas à boa produção de forragem e grãos, a aveia tornou-se uma cultura de grande importância no Mato Grosso do Sul (Pitol, 1988), onde é cultivada para cobertura do solo e produção de forragem, feno, silagem e grãos utilizados na alimentação de bovinos de corte e leite.

O cultivo da aveia preta reduz a infestação de invasoras, principalmente as de folhas estreitas, diminuindo o custo de controle das mesmas (Almeida & Rodrigues, 1985). Ela promove melhoria dos atributos químicos e físicos do solo e influencia o rendimento de culturas subsequentes. No norte do Paraná, Derpsch & Calegari (1985), avaliando a influência de diferentes coberturas de inverno sobre as culturas de verão, observaram aumentos de 38% e 69%, respectivamente, nos rendimentos de grãos de soja e feijão em sucessão à aveia preta, em comparação com o pousio de inverno.

2.4.2 Trigo

O trigo (*Triticum aestivum*) é uma gramínea que se originou de cruzamentos entre outras gramíneas silvestres que existiam nas proximidades dos rios Tigre e Eufrates, na Ásia, por volta de 15 a 10 mil anos antes de Cristo. Foi, sem dúvida, uma das primeiras espécies cultivadas. Sua importância está associada ao desenvolvimento da civilização e da agricultura moderna, tendo sido considerado um alimento sagrado por muitos povos. Devido à sua grande variedade de subespécies e cultivares, o trigo pode ser cultivado em quase todas as partes do planeta. Por isso possui, entre todas as culturas alimentícias, a maior área plantada, representando em torno de 20% de toda a área cultivada no mundo. A comercialização internacional do trigo é maior que a soma de todos os outros grãos alimentícios, o que aumenta ainda mais a sua importância econômica (Silva, 1996).

As primeiras tentativas de introdução do trigo na região do Cerrado datam do século XVIII, por imigrantes europeus procedentes de Portugal, Espanha e Itália. Entretanto, verificando que outras culturas de origem tropical e subtropical como o milho, arroz e mandioca eram mais fáceis de produzir, o cultivo de trigo foi, aos poucos, sendo abandonado. A principal limitação à expansão da cultura era a falta de adaptação das cultivares, de origem européia, às condições de clima e solo da região. Graças aos trabalhos da pesquisa agrícola, essa limitação foi superada e o trigo é hoje uma cultura recomendada e cultivada em grandes lavouras. Devido à sua viabilidade técnica e econômica, este cereal é uma alternativa importante para a rotação com outras culturas, como o feijão e outras leguminosas, principalmente nos sistemas de produção irrigados (Silva, 1996).

Os solos adequados ao cultivo do trigo são os mesmos recomendados para outras culturas tradicionais, como o feijão e o milho. A faixa de pH adequada ao trigo e à maioria das culturas é por volta de 6,0 e a saturação de bases entre 40% e 60%. Na pequena propriedade, em geral, são destinados a essas culturas os melhores solos, as chamadas “terras de cultura”. Contudo, o trigo, assim como as demais culturas exigentes, pode ser cultivado em solos de baixa fertilidade, como os de cerrado, desde que se corrija sua acidez e fertilidade (Silva, 1996).

É escassa a literatura sobre feijoeiro cultivado sobre palhada de trigo no Sul de Minas Gerais, pois o sul do Brasil responde por mais de 80% da produção nacional (Silva, 1996). Os outros menos de 20% estão concentrados, na sua quase totalidade, na região do Brasil Central.

Na região do Brasil Central, existem ainda limitações em relação à altitude, pois o trigo de sequeiro não é recomendado para regiões com altitudes inferiores a 800 m, enquanto o trigo irrigado não é recomendado em áreas com altitudes inferiores a 400 m em Minas Gerais, 500 m em Goiás e Distrito Federal

e 600 m em Mato Grosso. Quando o trigo é cultivado em regiões de altitude muito abaixo desses limites, sua produtividade pode ser reduzida, devido à ocorrência de temperaturas elevadas (Osório, 1992; Recomendações..., 1999).

Os sistemas de produção que incluem trigo são extremamente diversificados nas regiões de clima quente, devido à ampla gama de condições ecológicas (clima, solo, topografia), que influenciam a flora de plantas daninhas, doenças, pragas, mecanização e outros. Outrossim, as diferentes condições sócio-econômicas, tamanho de propriedade, custos de produção e mercados também contribuem para a diversidade desses sistemas, o que torna difícil a discussão de todos eles. Entretanto, devido às condições de mercado e à combinação ideal de uma leguminosa com uma gramínea, a seqüência trigo-soja tem se difundido amplamente no Brasil, Argentina, Paraguai e outros países. Acredita-se que a experiência do Brasil poderá responder a pergunta sobre se a rotação de culturas e a adubação verde contribuem para uma agricultura sustentável, nos sistemas trigo-soja nas regiões mais quentes. Igualmente, acredita-se que esta experiência terá elementos úteis para a pesquisa e o desenvolvimento de rotações de culturas em outras regiões e em outros países. Para um melhor entendimento da seqüência trigo-soja no sul do Brasil é necessário ressaltar que a soja é semeada geralmente na estação mais quente, de verão, e o trigo é semeado na estação mais fria, de inverno (Derpsch, 1993).

Pesquisas ainda se fazem necessárias, no sentido de ampliar a participação do feijoeiro nesses sistemas produtivos que envolvem gramíneas, já bastante estabilizados. Contribuição nesse sentido foi o trabalho desenvolvido por Alonço & Antunes (1997), os quais estudaram a semeadura direta de feijão em resteva de trigo, visando à colheita mecanizada direta. Os autores utilizaram duas cultivares (Pampa e Guapo Brilhante) de feijão tipo II, porte ereto, ciclo em torno de 90 dias e vagens dispostas junto à ramificação principal, cultivadas em resteva de trigo de diferentes alturas (0, 10, 20, 30 e 40 cm). As cultivares não

responderam aos tratamentos com diferentes alturas da palhada da resteva de trigo, mas concluíram que a sua presença induziu a planta de feijão a emitir a primeira vagem mais alta e propiciar maior distância da ponta inferior da primeira vagem ao solo. Há, portanto, menor risco de perda na colheita mecanizada quando o feijoeiro é cultivado em resteva de trigo.

Para saber quais plantas poderão ser usadas como palhadas de cobertura do solo, a pesquisa deve testar todas as espécies que apresentem potencial para uma dada região agroclimática, estudar suas características mais importantes, como rapidez de crescimento e cobertura do solo, resistência a doenças e pragas, influência sobre plantas daninhas, produção de massa verde e seca, conteúdo de nitrogênio e relação C/N, dentre outros aspectos.

Marques S. Neto et al. (1993) instalaram, junto ao Campo Demonstrativo e Experimental da Batavo, um experimento cujo principal objetivo foi avaliar o comportamento das culturas de milho e soja sobre diferentes coberturas de inverno, no sistema plantio direto. Após dois anos cultivando trigo e aveia branca para formar palhada para o milho, encontraram médias de matéria seca da ordem de 5800 e 4000 kg ha⁻¹, respectivamente. Na região de Londrina, PR, Derpsch et al. (1985), quando analisavam vários tipos de adubos verdes, encontraram relação C/N de 38 para o trigo, com 139 dias de período vegetativo, e concluíram que, no caso de adubos verdes com relação C/N < 23, os cultivos principais deveriam ser semeados tão pronto fosse possível, para reduzir as perdas de nitrogênio e que estes adubos verdes deveriam ser seguidos por culturas econômicas com alta demanda de N. Por outro lado, quando leguminosas são as culturas principais, deveriam ser precedidas de adubos verdes com relação C/N > 25 pois, de outra forma, a fixação simbiótica de N estaria afetada negativamente por excessos de nitrato no solo na fase inicial de crescimento (Heinzman, 1985).

2.4.3 Pousio

O manejo de plantas daninhas torna-se cada vez mais importante, em função dos prejuízos que causam e da demanda, sempre crescente, de alimentos, fibras e energia por parte da população (Deuber, 1992).

Em alguns casos de pequenos agricultores, que dispõem de solo limitado ou que não dispõem de sementes de adubos verdes, o aproveitamento das plantas daninhas pode ser uma solução para a formação de cobertura morta.

Entretanto, segundo Souza & Pio (2001), é necessário considerar que o uso de resíduos culturais de plantas daninhas como cobertura vegetal apresenta duas grandes limitações. A primeira diz respeito ao nível de infestação das plantas daninhas, que tende a aumentar quando se busca um sistema de manejo onde se visa conviver com outras espécies. O segundo problema relaciona-se ao manejo destas culturas que, na maioria das vezes, deve ser realizado com o uso de herbicidas dessecantes em doses acima das recomendadas.

Complementando as idéias de Souza & Pio (2001), fatores como qualidade, quantidade e distribuição da palha na superfície do solo são de elevada importância quando se pretende utilizar palhada de pousio.

Alvarenga et al. (2001) afirmam que o aproveitamento de áreas sob campo nativo, tradicionalmente utilizadas para a pecuária extensiva, abre nova perspectiva, que é a integração agricultura pecuária. É bem verdade que nem todas as condições de campo nativo são favoráveis à implantação do plantio direto. Aqueles campos cuja vegetação é de baixa qualidade e de pouca exuberância, não formarão a quantidade de palha necessária após a dessecação. Nestas condições, há necessidade de melhorar o campo nativo, recuperando ou melhorando a sua fertilidade pela correção do solo e introduzindo espécies exóticas que poderão proporcionar melhor quantidade de massa verde, bem como de adequar a lotação e o pastejo anterior, de modo que a pastagem possa

se recuperar, limpar áreas mais sujas e nivelar, quando necessário, a superfície do solo.

2.5 Cultivares de feijoeiro

As cultivares de feijoeiro comum (*Phaseolus vulgaris* L.) diferem quanto à arquitetura da planta; coloração, tamanho e formas das folhas, das vagens e das sementes; coloração das flores; ciclo cultural; resistência às doenças; tolerância aos fatores adversos do clima e do solo e também quanto ao potencial produtivo, dentre outros aspectos.

Para Thung & Oliveira (1998), a escolha da cultivar em função do ambiente e região de cultivo é muito importante, de modo que a cultura possa expressar todo seu potencial produtivo. Grande parte da demanda de feijão, no Brasil, está relacionada aos tipos de grãos carioca e preto mas, em algumas regiões, os grãos roxo, roxão e jalo são muito procurados. No Nordeste, o feijão tradicional é o mulatinho, sendo gradualmente substituído pelo carioca. Há demanda, em pequena quantidade, por grãos com tamanho maior como Jalo, Manteigão, Carnaval, Rajado e Bagajó, que podem ter preço mais alto que qualquer outro tipo de grão pequeno, dependendo da região.

As cultivares de feijão reagem diferentemente às condições do meio ambiente a que são submetidas, como temperatura, solo, precipitação, radiação solar, níveis de tecnologia adotados e outros. Considerando-se as diferenças de clima e solo que ocorrem entre as principais regiões produtoras de feijão no país, espera-se que o desempenho das cultivares não seja igual nos vários locais. Em decorrência dessa interação ter influência no desempenho agrônômico, é imprescindível que a mesma seja considerada na indicação de cultivares. A escolha deve recair sobre as cultivares especificamente adaptadas ao local e safra onde se pretende estabelecer a cultura (Cirino et al., 2000).



Pesquisas para verificar interações significativas entre cultivares e palhadas ou cultivares e sistemas de plantio são poucas e com resultados bastante contraditórios, impossibilitando recomendações generalizadas, como algumas já existentes para safra, local, nível de tecnologia e resistência a pragas e doenças. Contudo, algumas pesquisas no Paraná e Sul de Minas já começaram a abordar o assunto.

Lollato et al. (2002) mostraram que $6,0 \text{ t ha}^{-1}$ das coberturas verde ou seca de soja, milho e capim-marmelada, ou das coberturas secas de capim-braquiária, milheto, arroz, feijão e plantas da vegetação espontânea (pousio) exerceram pouca influência na altura das plantas de feijão no estágio de florescimento conduzidas em vasos. Para a produção de sementes, as coberturas que promoveram os maiores incrementos foram a soja verde e o capim-marmelada seco e verde, enquanto a produção com as demais coberturas, embora diferindo do tratamento testemunha, tenha sido menos expressiva. Os autores concluíram ainda que as informações contidas em seus trabalhos estão de acordo com observações feitas durante várias safras em lavouras comerciais nos estados do Paraná, Rio Grande do Sul, Santa Catarina e São Paulo.

Do mesmo modo, Santos et al. (2002), em Lavras, MG, não constataram efeito significativo das palhadas na produção de grãos do feijoeiro em plantio direto, mas a interação cultivar x palhada de cobertura (trigo, aveia, pousio e o sistema convencional) foi significativa, indicando que o efeito das cultivares é modificado pelas palhadas para esta característica. A cultivar Ouro Negro foi a que apresentou o melhor rendimento de grãos, independente do tipo de palhada utilizada. Já a cultivar Pérola apresentou melhor desempenho no sistema de plantio convencional.

3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Localização, clima e solo

O trabalho foi conduzido no Campo Experimental do Departamento de Agricultura (DAG) da Universidade Federal de Lavras (UFLA), nas safras das águas 2001/2002, inverno-primavera 2002, águas 2002/2003 e seca 2003.

Lavras situa-se na região sul de Minas Gerais, a 21°14' de latitude sul e 45°00' de longitude oeste, à altitude média de 910 m sobre o nível do mar. A temperatura média do ar é de 19,3°C, a precipitação média anual alcança 1.411 mm e a umidade relativa do ar média é de 76,2% (Brasil, 1992). As variações diárias de temperatura, umidade relativa do ar e precipitação pluvial ocorridas durante a condução dos experimentos são apresentadas na Figura 1.

Os experimentos foram instalados em um LATOSSOLO VERMELHO Distroférico típico - LVdt (Embrapa, 1999), originalmente sob vegetação de cerrado. Com a necessária antecedência a cada semeadura, o solo era amostrado para análise. Os resultados das análises químicas de amostras de material dos solos retiradas na camada de 0-20 cm de profundidade, em cada safra, são apresentados na Tabela 1.

3.2 Delineamento estatístico, tratamentos e detalhes das parcelas

O delineamento estatístico utilizado foi o de blocos casualizados com quatro repetições os tratamentos dispostos em faixas. Nas três primeiras safras (águas/2001-2002, inverno-primavera/2002 e águas/2002-2003) os tratamentos envolveram as combinações entre seis cultivares de feijoeiro-comum (Jalo ESAL, Ouro Negro, Pérola, Carioca, Talismã e Roxão, caracterizadas na

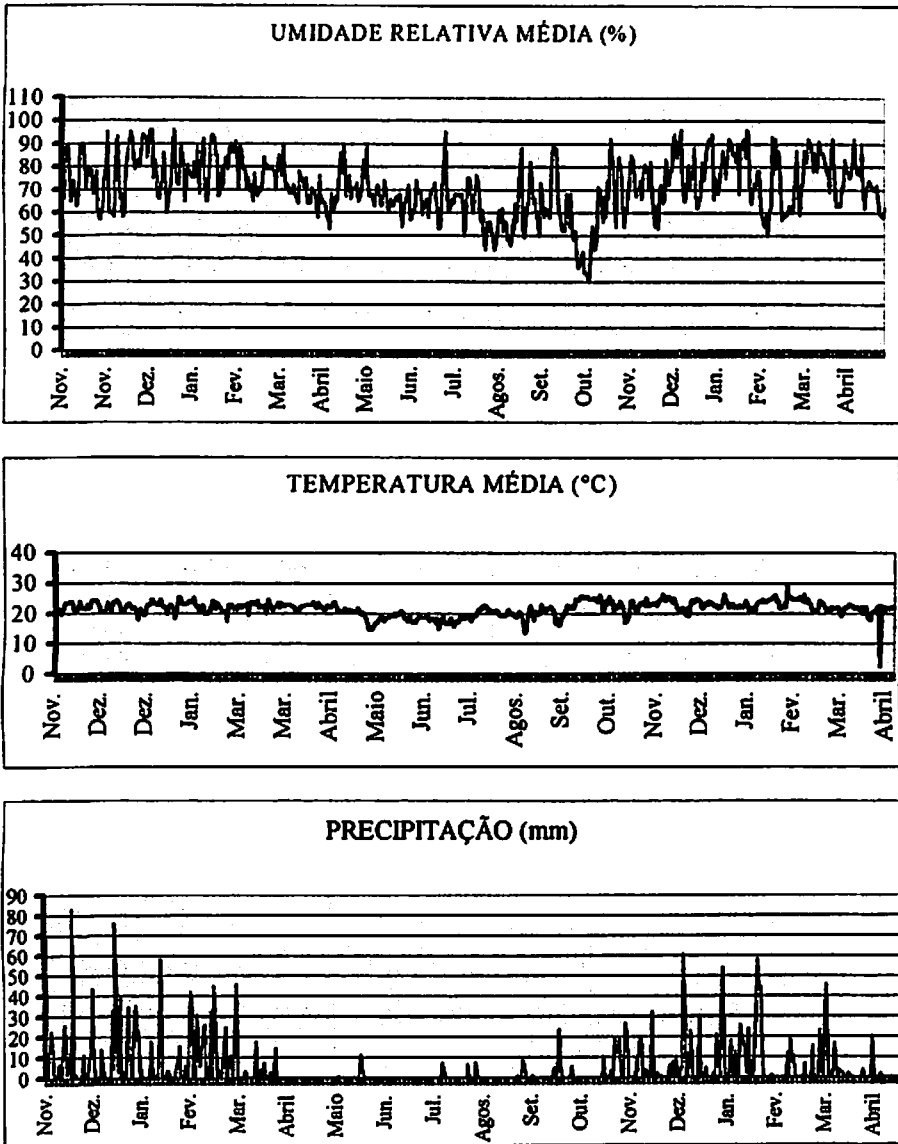


FIGURA 1. Representação gráfica da umidade relativa do ar, temperatura e precipitação no período de novembro de 2001 a abril de 2003, em Lavras, MG. Dados fornecidos pelo Setor de Agrometeorologia do Departamento de Engenharia Agrícola da UFLA.

TABELA 1. Resultados da análise química de amostras (profundidade de 0 a 20 cm) dos solos utilizados*. UFLA, Lavras, MG, 2001/2003.

Características	Águas 2001/2002		Inverno 2002		Águas 2002/2003			
	PD	CO	PD	CO	PDT	PDA	PDP	CO
pH em água	5,7	6,1	5,5	6,2	5,9	6,0	6,0	6,1
P (mg dm ⁻³)	9,3	5,8	4,0	5,8	7,8	6,5	7,1	2,0
K (mg dm ⁻³)	70	89	44	125	116	75	83	23
Ca ²⁺ (cmol _c dm ⁻³)	2,6	2,8	2,3	3,5	2,6	2,3	2,7	2,2
Mg ²⁺ (cmol _c dm ⁻³)	0,4	1,1	0,1	1,0	0,3	1,1	0,3	0,3
Al ³⁺ (cmol _c dm ⁻³)	0,0	0,0	0,1	0,0	0,1	0,1	0,1	0,1
H+Al (cmol _c dm ⁻³)	2,9	2,3	3,6	2,1	2,1	2,3	2,1	2,1
SB (cmol _c dm ⁻³)	3,2	4,1	2,5	4,8	3,2	3,6	3,2	2,6
(t) (cmol _c dm ⁻³)	3,2	4,1	2,6	4,8	3,3	3,7	3,3	2,7
(T) (cmol _c dm ⁻³)	6,1	6,4	6,1	6,9	5,3	5,9	5,3	4,7
V (%)	52,3	64,2	41,1	69,7	60,4	61,0	60,5	54,9
m (%)	0	0	4	0	3	3	3	4
MO (dag kg ⁻¹)	2,4	2,2	2,5	2,9	2,0	2,4	2,1	2,1
P-rem (mg L ⁻¹)	7,5	7,7	12,5	13,2	10,5	11,8	12,5	11,2
Zn (mg dm ⁻³)	-	-	3,0	3,9	5,6	8,7	11,9	2,0
Fe (mg dm ⁻³)	-	-	28,9	24,4	36,6	29,1	30,9	34,1
Mn (mg dm ⁻³)	-	-	25,7	36,0	33,5	34,2	35,0	21,7
Cu (mg dm ⁻³)	-	-	2,9	2,1	15,0	4,2	4,2	3,1
B (mg dm ⁻³)	-	-	0,4	0,5	0,5	0,4	0,5	0,5
S (mg dm ⁻³)	-	-	42,5	9,8	36,2	23,4	26,2	14,9
Granulometria		Classe textural						
areia	23 %		Argilosa					
silte	24 %							
argila	53 %							

*Análises realizadas nos laboratórios do Departamento de Ciência do Solo (DCS) da Universidade Federal de Lavras (UFLA). Na safra da seca 2003 não foi realizada nova amostragem do solo, sendo utilizados os resultados da safra anterior. PD = plantio direto sobre palhada de aveia, trigo ou pousio, CO = sistema convencional, PDT = plantio direto sobre palhada de trigo, PDA = plantio direto sobre palhada de aveia, PDP = plantio direto sobre palhada do pousio.

Tabela 2) e quatro sistemas de plantio (plantio direto com palhadas de aveia, de trigo ou de resteva de pousio, mais o plantio convencional), totalizando 24 tratamentos e 96 parcelas.

TABELA 2. Cultivares de feijão utilizadas e algumas de suas características.

Cultivar	Origem	Tipo de grão	Hábito de crescimento	Outras características
Talismã ¹	UFLA/UFV/ EPAMIG/ EMBRAPA (C II -102)	carioca	Indeterminado tipo III (prostrado)	-Ciclo médio: 85 dias -Floração média: 44 dias -Cor da vagem na colheita: amarelo-areia -Peso de 100sementes: 26 g
Ouro Negro ²	Honduras (Honduras 35)	preto	Indeterminado tipo III (prostrado)	-Ciclo normal: 90 dias -Alta capacidade de fixação simbiótica de nitrogênio -Resistente à ferrugem e antracnose -Tolerante ao frio
Pérola ²	Embrapa Arroz e feijão (LR 720982CPL53)	carioca	Indeterminado tipo II/III (semi-ereto a prostrado)	-Ciclo normal: 90 dias -Resistente a mancha angular, ferrugem e mosaico comum
Jalo ESAL ³	UFLA (ESAL 540)	jalo	Indeterminado tipo III (prostrado)	-Ciclo precoce (\pm 80 dias) -Suscetível a ferrugem, antracnose e mosaico comum
Carioca ²	IAC (Seleção em lavouras de produtores em São Paulo)	carioca	Indeterminado tipo III (prostrado)	-Ciclo normal: 90 dias -Resistente ao mosaico comum.
Roxão ⁴	Desconhecida (provavelmente interior de Minas Gerais)	roxo	Indeterminado tipo III (prostrado)	-Ciclo médio (83 dias) -Suscetível à ferrugem e à mancha angular -Cor do hipocótilo: verde -Cor da flor: roxo-claro

¹CULTIVAR (2002)

²Informativo ... (1998)

³Rodrigues et al. (1996)

⁴Observações do presente trabalho.

Na última safra (seca 2003) adotou-se o mesmo delineamento e empregaram-se as mesmas cultivares, mas os sistemas de plantio foram apenas três (palhadas de aveia e do pousio, mais o sistema convencional), totalizando 18 tratamentos e 72 parcelas.

Em cada experimento (safra), o modelo estatístico empregado na análise de variância, de acordo com Moraes (2001), foi:

$$y_{ijk} = \mu + a_i + b_j + e_{ij} + c_k + e_{jk} + ac_{ik} + e_{ijk}$$

no qual: $i=1,2,3$ e 4 níveis do fator A (sistema de plantio)

$j=1,2,3$ e 4 níveis do fator blocos

$k=1,2,\dots,6$ níveis do fator B (cultivar)

y_{ijk} = é o valor observado na parcela correspondente ao k -ésimo nível do fator B, no i -ésimo nível do fator A e no j -ésimo bloco.

μ = é a constante inerente a todas as observações;

a_i = é o efeito do i -ésimo nível do fator A;

b_j = é o efeito do j -ésimo bloco;

e_{ij} = é o efeito da interação fator A x blocos (ab_{ij});

c_k = é o efeito de k -ésimo nível do fator B;

e_{jk} = é o efeito da interação fator B x blocos (bc_{jk});

ac_{ik} = é o efeito da interação entre o i -ésimo nível do fator A e o k -ésimo nível do fator B;

e_{ijk} = é o erro experimental associado à observação y_{ijk} , considerado independente e normalmente distribuído com média zero e variância constante.

As parcelas foram constituídas por quatro fileiras de feijoeiros espaçadas de 0,50 m, com 4,0 m de comprimento, perfazendo uma área total de 8,0 m². Como área útil foram consideradas as duas fileiras centrais (4,0 m²).

Após a análise de variância individual por experimento, foi realizada a análise conjunta das três primeiras safras, observando-se a existência de tratamentos comuns e a magnitude dos quadrados médios residuais, de acordo com Banzato & Kronka (1995).

Quando houve significância de alguma interação, fez-se o desdobramento estudando-se os fatores cultivares dentro de cada sistema de

plântio e/ou vice-versa. No caso da interação tripla estudaram-se esses fatores em cada safra. Quando houve significância para cultivares e sistemas de plântio, utilizou-se o teste de Tukey (5%) para comparar os tratamentos.

3.3 Implantação e condução dos experimentos

A área experimental foi selecionada em setembro/2001. As áreas destinadas ao plântio direto foram demarcadas em glebas que já vinham sendo exploradas com este sistema há mais de três anos e que, à época da seleção, se encontrava subdividida, com as culturas de aveia ou trigo, além de parte em pousio. Nesta última, a vegetação era predominantemente composta por picão-preto (*Bidens pilosa* L.), nabiça (*Raphanus sativus* L.), apaga-fogo (*Alternanthera tenella* Colla), caruru (*Amaranthus deflexus* L.), trapoeraba (*Commellina benghalensis* L.) e serralhinha [*Emilia sonchifolia* (L.) DC], com raras gramíneas.

As sementeiras de trigo e aveia antecederam as datas de plântio do feijão em cerca de cinco meses. A cultivar de trigo foi a BR 26 São Gotardo e, no caso da aveia, a área foi ocupada com aproximadamente 20 cultivares pertencentes a um Ensaio Nacional de Rendimento. A sementeira de trigo foi mecânica, com espaçamento entre linhas de 0,17m e aproximadamente 70 sementes por metro linear. No caso da aveia, a sementeira foi manual, no mesmo espaçamento e densidade de 80 sementes por metro. A adubação de base foi de 250 kg ha⁻¹ do formulado comercial 4-30-16, com 100 kg ha⁻¹ de uréia aplicados em cobertura na época do perfilhamento. O controle de plantas daninhas em pós-emergência foi feito com 2,4 D (Esteron 400 BR, 1 L ha⁻¹) tanto para o trigo como para a aveia, na época do perfilhamento. Não foi feito qualquer controle de doenças e a colheita dos grãos dos cereais ocorreu entre 110 e 120 dias após o plântio.

Em gleba adjacente às áreas de plantio direto, foi selecionada a área a ser utilizada com plantio convencional, a qual já vinha sendo utilizada com essa modalidade há mais de três anos, com pouquíssimas plantas daninhas.

Em cada safra foram utilizados cerca de 1000 m²: 250 m² com palhada de aveia, 250 m² com palhada de trigo, 250 m² com palhada do pousio e outros 250 m² com plantio convencional.

Em todas as safras, o critério da calagem foi o método da saturação por bases (Comissão ..., 1999), por meio da expressão:

$$NC = \frac{T(V_2 - V_1)}{100}$$

em que: NC = é a necessidade calagem, em t.ha⁻¹

T = CTC a pH 7, em cmol_c.dm⁻³

V₂ = saturação por bases desejada (60%)

V₁ = saturação por bases indicada pela análise do solo, em %

e o calcário utilizado possuía um PRNT de 100%.

Conforme pode ser observado na Tabela 1, pelos valores da saturação por bases (V%), somente houve necessidade de calagem no plantio direto das duas primeiras safras e no sistema convencional das duas últimas safras. Em todos estes casos a calagem foi realizada cerca de 30 dias antes da semeadura, sendo o calcário aplicado em superfície por meio de um implemento distribuidor. No caso do sistema convencional, o calcário era incorporado por ocasião da aração.

No sistema convencional, a aração foi feita à profundidade de 25 cm, seguida de duas gradagens. No plantio direto, uma roçadeira tratorizada cortou as palhadas já dessecadas e uniformizou a sua distribuição sobre a superfície. Em ambos os casos, uma semeadora adequada ao plantio direto ou convencional abriu os sulcos, antes da demarcação das parcelas.

A dessecação das palhadas foi sempre realizada 15 dias antes da semeadura. Na primeira safra empregou-se o herbicida dessecante glifosate

(Round up, 3 L ha⁻¹ do pc.); na segunda e na quarta safras, o paraquat (Gramoxone 200, 2 L ha⁻¹ do pc.) e na terceira o sulfosate (Zapp, 3 L ha⁻¹ do pc.).

A adubação e a semeadura do feijão foram realizadas manualmente. A adubação de plantio foi aplicada no fundo do sulco de semeadura, sendo misturada com solo antes da distribuição das sementes. O cálculo da adubação foi baseado na análise do solo (Tabela 1) e nas recomendações oficiais para a cultura do feijoeiro no estado de Minas Gerais, considerando-se o nível 3 de tecnologia (Chagas et al., 1999). As misturas dos fertilizantes adequadas a cada situação da Tabela 1 foram preparadas utilizando-se como fontes o sulfato de amônio (20% de N), o superfosfato simples (18% de P₂O₅) e cloreto de potássio (58% de K₂O).

As semeaduras foram realizadas em 23/11/2001 (águas), 25/08/2002 (inverno-primavera), 20/12/2002 (águas) e 01/02/2003 (seca). A densidade de semeadura foi de aproximadamente 20 sementes por metro, desbastando-se posteriormente (20 dias após a semeadura) para 12 plantas por metro, com o objetivo de se obter populações próximas de 240 mil feijoeiros por hectare. A profundidade de semeadura foi de 3 a 4 cm.

O controle de plantas daninhas foi realizado em pré e pós-emergência. Em pré-emergência foi utilizado o herbicida metolachlor (Dual 960 E, na dosagem de 3 L ha⁻¹), dois dias após a semeadura do feijoeiro. O controle pós-emergente foi sempre realizado entre 25 e 30 dias após a semeadura, empregando-se o fomesafen (Flex, 1 L ha⁻¹), nas águas 2001/2002 ou a mistura fomesafen+fluazifop-butil (Robust, 1 L ha⁻¹), no inverno-primavera 2002 e na seca de 2003. Na safra das águas 2002/2003 o controle pós-emergente foi feito manualmente.

O controle de formigas não foi possível na safra das águas 2002/2003 (chuvas intermitentes). Nas demais safras, foi realizado com formicidas fipronil

(isca) e diazinon (pó) comercialmente conhecidos como Blitz e Madaldrin 400 PM, respectivamente, três a quatro semanas após a semeadura. Nas águas 2002/2003 e seca de 2003 houve infestação por cigarrinha verde (*Empoasca kraemeri*), controlada por uma aplicação de methamidophos (Tamaron BR, 1 L.ha⁻¹). Outras ocorrências de natureza fitossanitária que merecem registro foram a infecção por fungos de solo (*Fusarium solani*, *Rhizoctonia solani*, *Sclerotium rolfsii*, *Macrophomina phaseolina*) e a observação de plantas com raízes apresentando galhas de nematóide (*Meloydogyne sp.*) em todas as safras, porém, com maior incidência nas águas de 2002/2003, sem adoção de qualquer tipo de controle. Ainda nesta safra, houve severa ocorrência de ferrugem (*Uromyces appendiculatus*), controlada com uma aplicação de tebuconazole (Folicur 200 CE, 1 L.ha⁻¹).

O experimento de inverno-primavera 2002 foi conduzido sob irrigação por aspersão convencional, com turno de rega de 3-4 dias. Esta mesma frequência de irrigação foi empregada complementarmente nas demais safras, sempre que o intervalo entre chuvas se prolongava por mais de uma semana.

A colheita foi realizada quando 2/3 das vagens já se encontravam totalmente maduras, o que ocorreu em 22/02/2002, 22/11/2002, 14/03/2003 e 30/04/2003, respectivamente, no primeiro, segundo, terceiro e quarto experimentos.

3.4 Características avaliadas

3.4.1 Quantidade de palha no plantio direto

A quantidade de palha nos três sistemas de plantio direto (sobre palhada de aveia, de trigo ou do pousio) foi estimada por meio da média de três amostragens aleatórias de 1 m² cada, realizadas um dia após a semeadura do

feijão. O material de cada amostra foi acondicionado em estufa com circulação forçada de ar a 60°C, até atingir peso constante, sendo o peso expresso em t ha⁻¹ de matéria seca.

3.4.2 Características do feijoeiro

a) Massa média de 100 grãos

Média aritmética dos pesos de três amostras de 100 grãos por parcela, corrigindo-se o peso original para 13% de umidade, segundo a expressão

$$P_f = \frac{P_i(100 - U_i)}{87}, \text{ em que:}$$

P_f: peso final dos grãos para a umidade requerida ou peso corrigido (g)

P_i: peso inicial dos grãos (g)

U_i: umidade inicial por ocasião da pesagem (%)

b) Rendimento de grãos

Peso dos grãos totais obtidos na área útil de cada parcela, expressando-se os valores em kg ha⁻¹ após correção para 13% de umidade, conforme a expressão anterior.

c) Estande final

Contagem das plantas na área útil das parcelas, por ocasião da sua colheita, sendo os valores expressos em mil plantas ha⁻¹.

d) Número médio de vagens por planta

Média aritmética do número de vagens de dez plantas, tomadas ao acaso na área útil de cada parcela.

e) Número médio de grãos por vagem

Resultado da divisão do número de grãos das dez plantas amostradas pelo correspondente número de vagens.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Quantidade de palha no plantio direto

Os valores médios do peso da palhada nas diferentes coberturas em plantio direto, são apresentados na Tabela 3. Observa-se que as quantidades de palha variaram bastante, de 2,8 t ha⁻¹ no plantio direto sobre pousio, até 8,4 t ha⁻¹ no plantio direto sobre aveia. Consta-se, ainda, que em muitas das combinações de cobertura e safras não foi alcançada a quantidade de 6 t ha⁻¹ de palha, considerada adequada para se obter todas as vantagens do plantio direto (Alvarenga et al., 2001). Deve ser mencionado, entretanto, que as produções de palha de trigo e aveia obtidas no presente estudo foram comparáveis às obtidas por outros autores, como Marques S. Neto et al. (1993), por exemplo.

TABELA 3. Peso da matéria seca (t ha⁻¹) de diferentes coberturas de solo empregadas no plantio direto do feijoeiro, em quatro safras. UFLA: Lavras, MG, 2001/2003.

Safras	Coberturas			Média
	Aveia	Trigo	Pousio	
Águas 2001/2002	8,4	6,6	5,3	6,8
Inverno-primavera 2002	6,2	6,0	5,7	6,0
Águas 2002/2003	5,1	4,4	6,6	5,4
Seca 2003	4,2	-	2,8	3,5
Média	5,9	5,6	5,0	5,5

De maneira geral, as médias das coberturas obtidas com as palhadas de aveia e de trigo superaram a do pousio em 18% e 12%, respectivamente. Observa-se, entretanto, que o comportamento das palhadas foi bastante dependente da safra em questão. Na safra das águas 2001/2002, por exemplo, quando as condições da estação de crescimento das coberturas foram aparentemente melhores, as quantidades de matéria seca da aveia e do trigo

superaram as do pousio em 58% e 24%, respectivamente (Tabela 3). Na seca de 2003, por sua vez, o ambiente certamente não favoreceu o crescimento das coberturas, proporcionando baixa produção de palhada, inclusive de aveia. Nas águas 2002/2003, a palhada do pousio foi superior à das culturas de cobertura (Tabela 3).

4.2 Características do feijoeiro nas três primeiras safras

O resumo da análise de variância conjunta dos dados obtidos com o feijoeiro nestas três primeiras safras é apresentado na Tabela 4. Inicialmente deve ser comentado que, a julgar pelos valores dos coeficientes de variação (CV%), as características número de vagens por planta e rendimento de grãos foram estimadas com menor precisão que as demais. Nestes dois casos, o erro experimental envolvido na avaliação dos efeitos dos sistemas de plantio (CV_1) foi superior a 30%, valor que pode ser considerado elevado em relação aos valores normalmente obtidos em experimentos com o feijoeiro (Abreu et al., 1994). Este fato, entretanto, pode ser, pelo menos em parte, atribuído à natureza do delineamento utilizado, o qual, embora facilite a implantação e operacionalização dos experimentos, imprime certo grau de restrição à casualização (Gomes, 2000) e, também, menor rigor na avaliação do fator que ocupa a faixa.

Na análise de variância (Tabela 4) observa-se ainda que o estande final, o peso de 100 grãos e o rendimento de grãos, além de outros efeitos individuais e de duplas interações, apresentaram interação tripla significativa, indicando que, em relação a estas características, o comportamento das cultivares de feijoeiro foi diferenciado em função das diferentes combinações entre sistemas de plantio e safras. Para as demais características (número de vagens por planta e número de grãos por vagem), a análise de variância indicou que o

comportamento das cultivares, bem como o dos sistemas, variou com as diferentes safras, pelo fato das respectivas interações terem sido significativas. Quanto ao número de grãos por vagem, a análise detectou ainda efeito significativo da interação cultivar x sistema (Tabela 4).

TABELA 4. Resumo da análise de variância conjunta dos dados relativos às três primeiras safras. UFLA, Lavras, MG, 2001/2003.

Fontes de variação		G. L.		Massa 100		Rendi-		Estande		Vagens		Grãos por	
				grãos		mento de		final		por		vagem	
				grãos		grãos		planta		planta		vagem	
Safr (S)	2	1187,96**	99750**	31669**	193,67**	16,18**							
Bloco dentro S	9	7,04	67	296	5,64	0,36							
Sistema plantio (P)	3	73,58**	2258*	1884*	43,23**	1,73**							
S x P	6	7,22	1830*	3398**	58,59**	1,37**							
Erro 1	18	3,80	473	476	6,42	0,19							
Cultivar (C)	5	2054,95**	2803**	17418**	115,36**	8,19**							
C x S	10	43,90**	550**	10414**	27,80**	1,26**							
Erro 2	30	2,13	88	612	5,45	0,24							
C x P	15	7,69*	234*	1071**	5,60	0,41*							
C x P x S	30	7,57*	239**	755*	6,17	0,23							
Erro 3	159	4,39	121	439	4,30	0,22							
C.V. 1 (%)	6,89	46,50	11,23	30,65	11,31								
C.V. 2 (%)	5,17	20,08	12,73	28,25	12,86								
C.V. 3 (%)	7,41	23,51	10,78	25,09	12,27								

*Significativo a 5% de probabilidade pelo teste F
 **Significativo a 1% de probabilidade pelo teste F

Na Tabela 5 são apresentados os valores médios das características avaliadas na cultura do feijoeiro, em função das safras, sistemas de plantio e cultivares.

TABELA 5. Valores médios das características avaliadas no feijoeiro nas três primeiras safras. UFLA. Lavras, MG, 2001/2003.

Fatores	Níveis	Massa 100 grãos (g)	Rendi- mento de grãos (kg.ha ⁻¹)	Estande final (mil ptas.ha ⁻¹)	Vagens por planta	Grãos por vagem
Safras	Águas/2001	28,78	1.078	228	7,5	3,4
	Inverno-Prim./2002	31,51	2.637	226	9,9	4,2
	Águas/2002	24,52	720	128	7,3	3,9
Sistemas	PD Aveia	28,96	1.561	200	8,1	3,9
	PD Trigo	28,34	1.524	192	9,0	3,8
	PD Pousio	28,96	1.610	189	8,7	3,9
	Convencional	26,81	1.218	196	7,3	3,6
Cultivar	Carioca	23,17	1.466	196	8,7	3,5
	Talismã	22,57	1.606	218	8,2	3,8
	Pérola	25,72	1.398	198	7,9	3,2
	Ouro Negro	25,51	1.889	182	10,7	3,8
	Jalo	38,75	1.236	208	5,8	2,5
	Roxão	33,88	1.274	164	8,3	3,3
Média geral		28,27	1.478	194	8,3	3,4

4.2.1 Massa de 100 grãos

Como já era de se esperar, a cv. Jalo ESAL, única representante do grupo manteigão no presente estudo, foi a que apresentou o maior tamanho de grão, expresso pela média geral de 38,75 g por 100 grãos (Tabelas 6 e 7), seguida da cv. Roxão (massa de 100 grãos igual a 33,88 g). Em seguida situaram-se as cv. Pérola (25,72 g), Ouro Negro (25,51 g), Carioca (23,16 g) e Talismã (22,56 g por 100 grãos), ora diferindo significativamente entre si e ora não, dependendo da safra ou do sistema de plantio considerado (Tabela 4).

Os valores médios da massa de 100 grãos obtidos nas três primeiras safras analisadas em conjunto, podem ser observados nas Tabelas 6 e 7, nas quais verifica que esta característica variou de cultivar para cultivar e que este efeito foi dependente do sistema de produção e da safra.

TABELA 6. Valores médios da massa de 100 grãos (g) do feijoeiro em quatro sistemas de plantio, em função de cultivares e safras. UFLA, Lavras, MG, 2001/2003

Sistema de plantio	Cultivar	Safras ¹			Médias
		Águas 2001/2002	Inverno 2002	Águas 2002/2003	
Plantio direto aveia	Talismã	22,89 d	25,04 c	19,76 b	22,56
	Carioca	23,18 d	26,70 c	20,72 b	23,53
	Pérola	26,10 cd	28,30 c	23,63 b	26,01
	Ouro Negro	29,00 c	26,54 c	22,40 b	25,98
	Roxão	34,06 b	40,33 b	30,18 a	34,86
	Jalo ESAL	42,09 a	48,03 a	32,31 a	40,81
Convencional	Talismã	21,17 c	25,63 c	19,45 b	22,08
	Carioca	21,35 c	27,58 c	18,58 b	22,50
	Pérola	25,32 c	27,52 c	21,73 b	24,86
	Ouro Negro	24,43 c	23,89 c	21,93 b	23,42
	Roxão	32,15 b	35,16 b	28,61 a	31,97
	Jalo ESAL	36,95 a	40,62 a	30,68 a	36,08
Plantio direto pousio	Talismã	23,24 d	24,69 c	20,79 cd	22,91
	Carioca	23,30 d	27,42 bc	18,97 d	23,23
	Pérola	26,20 cd	29,38 b	22,00 cd	25,87
	Ouro Negro	27,68 c	28,02 bc	24,90 c	26,86
	Roxão	33,09 b	40,77 a	30,31 b	34,72
	Jalo ESAL	40,80 a	44,39 a	35,41 a	40,20
Plantio direto trigo	Talismã	23,86 de	26,06 b	18,28 d	22,73
	Carioca	22,17 e	26,68 b	21,40 cd	23,42
	Pérola	26,59 cd	26,73 b	25,21 bc	26,18
	Ouro Negro	28,58 c	26,98 b	21,86 cd	25,81
	Roxão	35,29 b	38,85 a	27,77 ab	33,97
	Jalo ESAL	41,20 a	40,88 a	31,77 a	37,95
Médias		28,78	31,52	24,52	28,27

¹ Dentro de cada sistema de plantio, nas colunas, médias seguidas por letras distintas diferem significativamente pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

TABELA 7. Valores médios da massa de 100 grãos (g) em função de seis cultivares de feijoeiro em quatro sistema de plantio nas três safras. UFLA, Lavras, MG, 2001/2003.

Cultivar	Sistema de plantio	Safras ¹			Médias
		Águas 2001/2002	Inverno 2002	Águas 2002/2003	
Carioca	Convencional	21,35 a	27,58 a	18,58 a	22,50
	PD trigo	22,17 a	26,68 a	21,40 a	23,42
	PD aveia	23,18 a	26,70 a	20,72 a	23,53
	PD pousio	23,30 a	27,42 a	18,97 a	23,23
Jalo ESAL	Convencional	36,95 b	40,62 b	30,68 b	36,08
	PD trigo	41,20 a	40,88 b	31,77 ab	37,95
	PD aveia	42,09 a	48,03 a	32,31 ab	40,81
	PD pousio	40,80 a	44,39 ab	35,41 a	40,20
Ouro Negro	Convencional	24,43 b	23,89 b	21,93 a	23,42
	PD trigo	28,58 a	26,98 ab	21,86 a	25,81
	PD aveia	29,00 a	26,54 ab	22,40 a	25,98
	PD pousio	27,68 ab	28,02 a	24,90 a	26,87
Pérola	Convencional	25,32 a	27,52 a	21,73 a	24,86
	PD trigo	26,59 a	26,73 a	25,21 a	26,18
	PD aveia	26,10 a	28,30 a	23,63 a	26,01
	PD pousio	26,20 a	29,38 a	22,00 a	25,86
Roxão	Convencional	32,15 a	35,16 b	28,61 a	31,97
	PD trigo	35,29 a	38,85 ab	27,77 a	33,97
	PD aveia	34,06 a	40,33 a	30,18 a	34,86
	PD pousio	33,09 a	40,77 a	30,31 a	34,72
Talismã	Convencional	21,17 a	25,63 a	19,45 a	22,08
	PD trigo	23,86 a	26,06 a	18,28 a	22,73
	PD aveia	22,89 a	25,04 a	19,76 a	22,56
	PD pousio	23,24 a	24,69 a	20,79 a	22,91
Médias		28,77	31,52	24,52	28,27

¹Dentro de cada cultivar, nas colunas, médias seguidas por letras distintas diferem significativamente pelo teste Tukey a 5% de probabilidade.

Com relação a este resultado, chama atenção o fato de todas as cultivares terem apresentado tamanho de grão inferior ao obtido em outros estudos, ou mesmo ao valor informado por ocasião da recomendação das cultivares (Cultivar, 2002; Informativo ..., 1998). Para isto podem ter

concorrido o fato das sementes do presente estudo não terem a mesma procedência e, possivelmente, restrições hídricas durante a etapa R₈ do ciclo cultural do feijoeiro, correspondente ao enchimento de grãos (Fernandez et al., 1985), etapa esta extremamente sensível às variações na disponibilidade de água (Andrade, 1998). Deve ser acrescentado que, embora estejam envolvidas duas safras das águas e uma de inverno-primavera irrigada, a umidade do solo pode ter sido limitante naquela etapa em função da má distribuição pluvial no verão (Figura 1) ou de falhas no manejo da irrigação, em função dos equipamentos disponíveis.

Observa-se (Tabela 6 e 7) que a safra de inverno-primavera, conduzida totalmente sob irrigação, foi a que maior tamanho médio de grãos apresentou (31,50 g por 100 grãos). Nas águas 2001/2002 esta característica teve média intermediária (28,77 g), enquanto nas águas 2002/2003 ela se mostrou inferior (24,52 g por 100 sementes).

Os sistemas de plantio não influenciaram a massa de 100 grãos das cultivares com tipo comercial carioca (Carioca, Pérola e Talismã), o que pode ser constatado na Tabela 7. Para essas cultivares, independentemente da safra considerada, tanto o sistema convencional como o plantio direto sobre as diferentes palhadas proporcionaram a obtenção de grãos de massa equivalente. No caso das cultivares Jalo ESAL e Roxão, de maior tamanho de grão, e também da cv. Ouro Negro, normalmente de grão intermediário, o plantio direto pareceu favorecer o enchimento do grão. Observa-se que, nestas três cultivares, a massa do grão foi sistematicamente menor no sistema convencional de plantio. Este fato pode indicar que nas cultivares de grãos maiores o enchimento do grão seja mais sensível ao sistema de manejo do solo. Caso esta hipótese seja correta, a resposta diferencial pode estar relacionada às diferentes taxas de acúmulo de matéria seca nos grãos de diferentes tamanhos, determinadas por Cruz (1992). Por outro lado, o melhor efeito do plantio direto sobre o enchimento do grão

pode estar relacionado ao maior armazenamento de água no solo, conforme argumentaram Silva et al. (2001).

4.2.2 Rendimento de grãos

Os valores do rendimento médio de grãos são apresentados nas Tabelas 8 e 9. Devido à significância da interação tripla sobre esta variável (Tabela 4), também foram feitos dois tipos de desdobramento, à semelhança do que aconteceu com o estande final e peso de cem grãos.

Inicialmente, deve ser comentado que o rendimento médio das três safras (1478 kg ha⁻¹), ou mesmo os rendimentos médios apresentados em cada safra (Tabelas 8 e 9), foram superiores à produtividade média brasileira, em torno de 700 kg ha⁻¹ (Agrianual, 2001). Em relação à média mineira, da ordem de 900 kg ha⁻¹, apenas o rendimento médio de grãos obtidos nas águas 2002/2003, mostrou-se inferior (Tabela 8 e 9).

Pode ser inferido ainda que o fator safra modificou tanto o comportamento das cultivares dentro de cada sistema de plantio (Tabela 8) como o desempenho dos sistemas de plantio para cada cultivar (Tabela 9). De maneira geral, as condições edafoclimáticas prevaescentes em cada safra (Tabela 1 e Figura 1) exerceram grande influência sobre a produtividade de grãos, conforme discutido por Andrade (1998). De acordo com este argumento, o melhor ambiente para crescimento e produção do feijoeiro parece ter sido o da safra do inverno-primavera 2002 (2.637 kg ha⁻¹), seguido das águas 2001/2002 (1.078 kg ha⁻¹) e das águas 2002/2003 (720 kg ha⁻¹). Nesta última safra, além das condições de alta precipitação, alta temperatura e elevada umidade do solo, o desempenho da cultura foi certamente afetado pela ocorrência de fungos de solo, nematóides das galhas e cigarrinha-verde, conforme já relatado.

TABELA 8. Valores médios do rendimento de grãos do feijoeiro de quatro sistemas de plantio, em função de cultivares e safras. UFLA, Lavras MG, 2001/2003.

Sistemas de plantio	Cultivar	Safras ¹			Médias
		Águas 2001/2002	Inverno 2002	Águas 2002/2003	
Plantio direto aveia	Talismã	1272 ab	2583 a	1078 a	1644
	Carioca	843 b	2763 a	741 a	1449
	Pérola	668 b	2515 a	1032 a	1405
	Ouro Negro	1812 a	3179 a	967 a	1986
	Roxão	810 b	2837 a	686 a	1444
	Jalo ESAL	952 b	2644 a	729 a	1442
Convencional	Talismã	1259 ab	2508 a	662 a	1476
	Carioca	937 ab	2775 a	444 a	1397
	Pérola	1113 ab	2423 a	319 a	1285
	Ouro Negro	1663 a	2372 a	544 a	1526
	Roxão	794 b	1360 b	279 a	811
	Jalo ESAL	822 b	1399 b	216 a	812
Plantio direto pousio	Talismã	1256 ab	3052 ab	794 a	1701
	Carioca	1024 ab	3191 ab	456 a	1557
	Pérola	682 c	3055 ab	415 a	1384
	Ouro Negro	1708 a	3443 a	799 a	1983
	Roxão	860 c	3441 a	477 a	1593
	Jalo ESAL	858 c	2715 b	756 a	1443
Plantio direto trigo	Talismã	1214 ab	2355 bc	1242 a	1604
	Carioca	869 b	2325 bc	1192 a	1462
	Pérola	463 c	2965 ab	1123 ab	1517
	Ouro Negro	1826 a	3080 a	1278 a	2061
	Roxão	1024 bc	2121 c	603 ab	1249
	Jalo ESAL	1106 bc	2191 c	450 b	1249
Médias		1078	2637	720	1478

¹Dentro de cada sistema, nas colunas, médias seguidas por letras distintas diferem significativamente pelo teste de Tukey, a 5 % de probabilidade.

O comportamento das cultivares de feijoeiro, além de ser influenciado pela safra, foi também dependente do sistema de plantio (Tabela 9). Na safra das águas 2002/2003, quando as condições ambientais não foram satisfatórias, as cultivares praticamente não diferiram quanto à produtividade, exceto para o

plantio direto com trigo. Provavelmente, devido a condições desfavoráveis de clima e/ou de solo, houve limitação do rendimento de grãos, impedindo que os diferentes genótipos expressassem o seu potencial produtivo. Note-se, entretanto, que estas diferenças foram crescentes nas safras das águas 2001/2002

TABELA 9. Valores médios do rendimento de grãos (kg ha^{-1}) de seis cultivares de feijoeiro em cada sistema de plantio e três safras. UFLA, Lavras, MG, 2001/2003.

Cultivar	Sistema de plantio	Safras ¹			Médias
		Águas 2001/2002	Inverno 2002	Águas 2002/2003	
Talismã	Convencional	1259 a	2508 a	662 a	1476
	PD trigo	1214 a	2355 a	1242 a	1604
	PD aveia	1272 a	2583 a	1078 a	1644
	PD pousio	1256 a	3052 a	794 a	1700
Carioca	Convencional	973 a	2775 ab	444 a	1397
	PD trigo	869 a	2325 b	1193 a	1462
	PD aveia	843 a	2763 ab	741 a	1449
	PD pousio	1024 a	3191 a	456 a	1557
Pérola	Convencional	1113 a	2423 a	319 b	1285
	PD trigo	463 a	2965 a	1123 a	1517
	PD aveia	668 a	2515 a	1032 ab	1405
	PD pousio	682 a	3055 a	415 ab	1384
Ouro Negro	Convencional	1663 a	2372 b	544 a	1526
	PD trigo	1826 a	3080 ab	1278 a	2061
	PD aveia	1812 a	3179 a	967 a	1986
	PD pousio	1708 a	3443 a	799 a	1983
Roxão	Convencional	794 a	1360 c	279 a	811
	PD trigo	1024 a	2121bc	603 a	1249
	PD aveia	810 a	2837 ab	686 a	1444
	PD pousio	860 a	3441 a	477 a	1593
Jalo ESAL	Convencional	822 a	1399 b	216 a	812
	PD trigo	1106 a	2191 a	450 a	1249
	PD aveia	952 a	2644 a	729 a	1441
	PD pousio	858 a	2715 a	756 a	1443
Médias		1078	2637	720	1478

¹Dentro de cada de cada cultivar, nas coluna, médias seguidas por letras distintas diferem significativamente pelo teste de Tukey. a 5% de probabilidade.



e inverno-primavera 2002.

Embora as safras e os sistemas de produção tenham exercido alterações de diferentes magnitude sobre o rendimento de grãos alcançados por cada cultivar, observa-se que a Ouro Negro destacou-se das demais na maioria das situações (Tabela 8), mostrando-se a mais produtiva ou situando-se entre as de melhor desempenho com média geral de 1.889 kg ha⁻¹ (Tabela 5).

As cultivares Jalo ESAL e Roxão, por seu turno, foram sempre as de pior comportamento, com rendimentos médios de 1.236 e 1.274 kg ha⁻¹, respectivamente. Essas cultivares foram as de maior tamanho de grãos do presente estudo (Tabela 7) e também as mais precoces (Tabela 2). Cruz et al. (1993) verificaram que, realmente, cultivares de grão graúdo apresentam maior taxa de acúmulo de matéria seca no grão e menor duração do período de enchimento. Daí, resultarem em grãos grandes, mas com baixa produtividade.

As cultivares Pérola, Carioca e Talismã, com ligeiro destaque para esta última, ficaram em posição intermediária, com rendimentos médios da ordem de 1.400 a 1.600 kg ha⁻¹ (Tabela 8).

Na Tabela 9, comparando-se os sistemas de plantio dentro de cada cultivar e em cada safra, pode-se verificar se houve ou não forte influência do sistema convencional ou dos sistemas de plantio direto com diferentes palhadas, no rendimento de grãos. No caso da cultivar Talismã, os diferentes sistemas de plantio não diferiram, levando a rendimentos de grãos equivalentes em todas as três safras. A cultivar Ouro Negro, a mais produtiva, mostrou-se mais sensível aos sistemas de produção, os quais afetaram-lhe o rendimento médio em duas das safras estudadas (inverno-primavera 2002 e águas 2002/2003). Observa-se que os rendimentos de grãos das cultivares semeadas nos sistemas de PD com aveia e pousio foram superiores aos do sistema convencional, na safra inverno 2002; já na safra das águas 2002/2003, o sistema usando PD com trigo teve

maior rendimento que o convencional. Para as demais cultivares, houve comportamento diferente entre os sistemas de plantio em pelo menos uma das safras (Tabela 9).

Por outro lado, os resultados da cv. Ouro Negro parecem indicar que, desde que as condições ambientais não sejam limitantes, maior patamar de produtividade é acompanhado de maior sensibilidade ao sistema de plantio, o que é corroborado pelas maiores diferenças entre sistemas de plantio na safra de inverno-primavera 2002, notadamente a mais produtiva (Tabela 9).

Deve ser observado ainda que, em todas as situações em que houve diferenças significativas entre sistemas de plantio, a semeadura convencional sempre se mostrou inferior ao plantio direto, independente da cultura de cobertura (Tabela 9). Estes dados sugerem que, apesar da curta duração do estudo e das baixas quantidades de palha acumuladas nos diferentes sistemas de plantio direto (Tabela 3), estes superaram o tradicional sistema de plantio com revolvimento periódico do solo.

Ao comparar as diferentes culturas de cobertura (ou palhadas), nota-se que na safra do inverno-primavera de 2002 a produtividade obtida no tratamento PD em pousio foi superior para a maioria das cultivares. Entretanto, nas águas 2002/2003, o tratamento PD em palhada de trigo foi o que proporcionou melhores resultados em algumas das situações (Tabela 9). Deve ser ainda mencionado que este resultado não guarda qualquer relação com as quantidades de palha estimadas nas diferentes safras (Tabela 3).

4.2.3 Estande final

Os valores médios do estande final variaram de 217 a 240 mil plantas por hectare na safra das águas 2001/2002 e de 184 a 239 mil plantas por hectare no inverno-primavera 2002 (Tabela 10). Isto significa que, nestas duas primeiras

safras, ocorreram reduções da ordem de 10% e de 24%, respectivamente, na população de feijoeiros, em relação ao estande ideal esperado de 240 mil plantas por hectare. Esta variação encontra-se dentro dos padrões normalmente encontrados tanto em trabalhos de pesquisa, como em lavouras comerciais (Dourado Neto & Fancelli, 2000).

Se estas eventuais falhas no feijoad são atribuídas a causas não controladas, a reconhecida plasticidade da espécie é capaz de compensar perdas de estande desta magnitude, pelo maior rendimento de grãos das plantas remanescentes (Ramalho et al., 1978; Chagas & Vieira, 1975). Existem evidências de que o número de vagens por planta seja o componente que mais contribui para isto (Fernandes, 1987; Villamil Lucas, 1987; Arf et al., 1990; Vale, 1994). Estas considerações permitem especular que, certamente, o estande final não influenciou, de forma importante, o rendimento de grãos nestas safras.

Na safra das águas 2002/2003, entretanto, os valores do estande final (Tabela 10) representaram reduções de até 80% em relação à população ideal de 240 mil plantas por hectare, o que, com certeza, indica o estande final como um componente de máxima importância na determinação do rendimento do feijoeiro nesta safra. Para esta pior germinação e emergência, certamente contribuíram as condições climáticas desfavoráveis (Figura 1) e a maior infecção por fungos de solo e da parte aérea, além da ocorrência de nematóides.

Na Tabela 11 verifica-se que, na safra das águas 2001/2002, as cultivares apresentaram populações de plantas que não diferiram entre si. Na segunda safra (inverno-primavera 2002), pequenas diferenças foram detectadas no plantio convencional, em que a cultivar Pérola diferiu das cultivares Ouro Negro e Roxão. Nas águas de 2002/2003, as cultivares diferiram quanto ao estande final; a Ouro Negro e a Roxão foram as que menores estandes apresentaram, esta última em todos os sistemas de plantio. É provável que este desempenho esteja relacionado ao fato de que estas cultivares foram as únicas que tiveram sementes

reaproveitadas de uma safra para outra, ou seja, que não tiveram a fonte de semente renovada, refletindo na qualidade fisiológica, germinação e emergência. As sementes das demais cultivares, devido à sua maior disponibilidade, foram sempre adquiridas a cada nova safra.

TABELA 10. Valores médios do estande final (mil plantas por hectare) de seis cultivares de feijoeiro em cada sistema de plantio e três safras. UFLA, Lavras, MG, 2001/2003.

Sistema de plantio	Cultivar	Safras ¹			Médias
		Águas 2001/2002	Inverno 2002	Águas 2002/2003	
Plantio direto aveia	Talismã	239 a	233 a	208 a	227
	Carioca	229 a	231 a	131 bc	197
	Pérola	231 a	224 a	149 b	201
	Ouro Negro	217 a	231 a	98 cd	182
	Roxão	229 a	231 a	62 d	174
	Jalo ESAL	230 a	233 a	199 a	221
Convencional	Talismã	221 a	223 abc	234 a	226
	Carioca	236 a	232 ab	149 bc	206
	Pérola	238 a	237 a	142 bc	206
	Ouro Negro	224 a	192 bc	111 c	176
	Roxão	225 a	184 c	54 d	154
	Jalo ESAL	231 a	226 abc	172 b	210
Plantio direto pousio	Talismã	229 a	229 a	128 a	195
	Carioca	229 a	222 a	133 a	195
	Pérola	227 a	239 a	126 a	197
	Ouro Negro	232 a	231 a	101 a	188
	Roxão	226 a	224 a	47 b	166
	Jalo ESAL	226 a	237 a	110 a	191
Plantio direto trigo	Talismã	240 a	238 a	190 a	223
	Carioca	227 a	220 a	107 b	185
	Pérola	221 a	231 a	109 b	187
	Ouro Negro	224 a	237 a	93 b	185
	Roxão	220 a	220 a	44 c	161
	Jalo ESAL	226 a	230 a	171 a	209
Médias		228	226	128	194

¹Dentro de cada sistema, nas colunas, médias seguidas da mesma letra não diferem significativamente pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

TABELA 11. Valores médios do estande final do feijoeiro (mil plantas por hectare) em quatro sistemas de plantio, em função de cultivares e safras, UFLA, Lavras, MG, 2001/2003.

Cultivar	Sistema de Plantio	Safras ¹			Médias
		Águas 2001/2002	Inverno 2002	Águas 2002/2003	
Carioca	Convencional	236 a	232 a	149 a	206
	PD trigo	227 a	220 a	107 b	185
	PD aveia	229 a	231 a	131 ab	197
	PD pousio	229 a	222 a	133 ab	195
Jalo ESAL	Convencional	231 a	226 a	172 a	210
	PD trigo	226 a	230 a	171 a	209
	PD aveia	230 a	233 a	199 a	221
	PD pousio	226 a	237 a	110 b	191
Ouro Negro	Convencional	224 a	192 b	111 a	176
	PD trigo	224 a	237 a	93 a	185
	PD aveia	217 a	231 a	98 a	182
	PD pousio	232 a	231 ab	101 a	188
Pérola	Convencional	238 a	237 a	142 ab	206
	PD trigo	221 a	231 a	109 b	187
	PD aveia	231 a	224 a	149 a	201
	PD pousio	227 a	239 a	126 ab	197
Roxão	Convencional	225 a	184 b	54 a	154
	PD trigo	220 a	220 ab	44 a	161
	PD aveia	229 a	231 a	62 a	174
	PD pousio	226 a	224 a	47 a	166
Talismã	Convencional	221 a	223 a	234 a	226
	PD trigo	240 a	238 a	190 b	223
	PD aveia	239 a	233 a	208 ab	227
	PD pousio	229 a	229 a	128 c	195
Médias		228	226	128	194

¹Dentro de cada cultivar, nas colunas, médias seguidas da mesma letra não diferem significativamente pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

Na primeira safra (águas 2001/2002), os sistemas de plantio não influenciaram o estande final das cultivares e, na segunda (inverno-primavera 2002), as diferenças foram de pequena magnitude e não foram consistentes (Tabela 11). Na terceira safra (águas 2002/2003), quando as condições

climáticas (Figura 1) e fitossanitárias foram inferiores, o sistema convencional esteve sempre entre os melhores estandes, enquanto o plantio direto sobre palhadas do trigo e do pousio obtiveram as menores populações (Tabela 11).

Apesar da significância da interação tripla sobre o estande final (Tabela 4), verifica-se que o efeito das safras se mostrou mais evidente. Este fato foi observado por Ramalho et al. (1993), pois, ao avaliarem genótipos de feijoeiro em dezesseis ambientes, constataram que a interação cultivar x safra foi mais expressiva que cultivar x local. Este efeito é, certamente, consequência das diferenças de precipitação pluvial e de umidade, temperatura e aeração do solo entre as diferentes safras (Andrade, 1998).

4.2.4 Número de vagens por planta

Dentre os componentes do rendimento do feijoeiro, inúmeros trabalhos têm demonstrado que o número de vagens por planta é a característica que mais se correlaciona com o rendimento de grãos e a que melhor explica as possíveis diferenças de produtividade (Agudelo et al., 1972; Leakey, 1972; Santa Cecília et al. 1974; Duarte e Adams, 1977; Benett et al., 1977; Fernandes, 1987).

Nas três safras analisadas em conjunto, a cv. Ouro Negro foi a que apresentou maior número de vagens por planta (Tabela 12). A cv. Jalo ESAL foi a que apresentou menor número de vagens por planta, ainda que na safra do inverno-primavera o seu número de vagens não tenha diferido do apresentado pela cv. Roxão. A classificação das demais cultivares quanto a esta importante característica variou de safra para safra (Tabela 12).

As safras também influenciaram o número de vagens por planta nos diferentes sistemas de plantio, conforme pode ser observado na Tabela 13. Na primeira safra (águas 2001/2002), os sistemas de plantio não diferiram quanto à produção de vagens por planta. No inverno-primavera 2002, o maior número de

TABELA 12. Valores médios do número de vagens por planta em função de seis cultivares de feijoeiro, em três safras (médias de quatro sistemas de plantio). UFLA, Lavras, MG, 2001/2003.

Cultivar	Safras ¹			Médias
	Águas 2001/2002	Inverno 2002	Águas 2002/2003	
Talismã	8,5 ab	10,3 ab	5,9 c	8,2
Carioca	7,6 abc	10,9 ab	7,5 bc	8,7
Pérola	6,1 bc	9,6 ab	8,0 abc	7,9
Ouro Negro	10,1 a	11,7 a	10,3 a	10,7
Roxão	7,1 bc	8,5 b	9,3 ab	8,3
Jalo ESAL	5,9 c	8,5 b	3,1 d	5,8
Médias	7,6	9,9	7,4	8,3

¹Em cada coluna, médias seguidas por letras distintas diferem significativamente pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

TABELA 13. Valores médios do número de vagens por planta do feijoeiro em função de sistemas de plantio, em três safras (médias de seis cultivares). UFLA, Lavras, MG, 2001/2003.

Sistemas de Plantio	Safras ¹			Médias
	Águas 2001/2002	Inverno 2002	Águas 2002/2003	
Convencional	7,5 a	9,5 ab	4,8 c	7,3
PD trigo	7,5 a	9,0 b	10,6 a	9,0
PD aveia	7,5 a	9,8 ab	7,0 b	8,1
PD pousio	7,7 a	11,3 a	7,0 b	8,7
Médias	7,6	9,9	7,4	8,3

¹Em cada coluna, médias seguidas por letras distintas diferem significativamente pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

vagens foi observado no plantio direto sobre pousio, seguido pelo plantio direto sobre aveia e sistema convencional, enquanto o plantio direto sobre trigo apresentou o menor número de vagens por planta. Na safra seguinte, entretanto, o melhor resultado foi o do plantio direto sobre trigo e o pior, o da semeadura

convencional, restando aos demais sistemas de plantio direto (sobre aveia e sobre pousio) as posições intermediárias (Tabela 13). Este resultado não reflete exatamente as quantidades de palha obtidas em cada sistema de plantio (Tabela 3).

4.2.5 Número de grãos por vagem

De acordo com a análise de variância conjunta, nas três primeiras safras esta característica foi influenciada significativamente pelas interações duplas (Tabela 4). Nas Tabelas 14 e 15 verifica-se que o número de grãos por vagem variou com a cultivar e que este efeito foi, de certa forma, modificado pelas diferentes safras (Tabela 14) e pelos diferentes sistemas de plantio (Tabela 15).

Pode-se observar que as cultivares Talismã, Carioca e Ouro Negro situaram-se, nas três safras (Tabela 14) e nos diferentes sistemas (Tabela 15), sempre entre as de maior número de grãos, com média geral de 4,1 grãos por vagem. A cv. Jalo ESAL, por outro lado, sempre situou-se no grupo de menor número de grãos (média de 3,0 grãos por vagem). Em geral, cultivares do grupo manteigão, que apresentam maior tamanho de grãos, têm menor número de grãos por vagem. Rodrigues et al. (1996) encontraram, para a cultivar Jalo ESAL, o menor número de grãos por vagem dentre cinco cultivares estudadas, inclusive a Ouro Negro, também utilizada no presente trabalho. Estes resultados confirmam a existência de correlação negativa entre tamanho de grão e número de sementes por vagem, determinado por Adams (1967).

Observa-se que nas safras águas 2001/2002 as cultivares Talismã, Ouro Negro, Carioca e Roxão apresentaram número de grãos por vagem semelhantes, mas diferentes e superiores aos da cultivar Jalo ESAL; já na safra águas 2002/2003, aquelas quatro cultivares diferiram das cultivares Pérola e Jalo ESAL. Na safra de inverno primavera 2002, as cultivares Talismã, Carioca e

Pérola apresentaram maiores números de grãos por vagem do que as cultivares Ouro Negro, Roxão e Jalo ESAL.

TABELA 14. Valores médios do número de grãos por vagem de seis cultivares de feijoeiro em três safras (médias de quatro sistemas de plantio). UFLA, Lavras, MG, 2001/2003.

Cultivar	Safras ¹			Médias
	Águas 2001/2002	Inverno 2002	Águas 2002/2003	
Talismã	3,8 a	4,3 a	4,3 a	4,1
Carioca	3,5 ab	4,6 a	4,2 a	4,1
Pérola	3,2 b	4,6 a	3,6 bc	3,8
Ouro Negro	3,8 a	4,4 b	4,0 ab	4,1
Roxão	3,3 ab	3,6 b	4,1 ab	3,7
Jalo ESAL	2,5 c	3,4 b	3,2 c	3,0
Médias	3,4	4,2	3,9	3,8

¹Em cada coluna, médias seguidas por letras distintas diferem significativamente pelo teste Tukey, a 5% de probabilidade.

TABELA 15. Valores médios do número de grãos por vagem em função de seis cultivares de feijoeiro em quatro sistemas de plantio (médias de três safras). UFLA, Lavras, MG, 2001/2003.

Cultivar	Sistemas de plantio ¹				Média
	Convencional	PD aveia	PD pousio	PD trigo	
Talismã	4,0 a	4,3 a	4,1 ab	4,1 a	4,1
Carioca	4,1 a	4,1 ab	4,0 abc	4,3 a	4,1
Pérola	3,7 ab	3,9 ab	3,7 bc	3,9 a	3,8
Ouro Negro	3,8 ab	4,2 ab	4,3 a	3,9 a	4,1
Roxão	3,4 b	3,7 b	3,9 abc	3,7 a	3,7
Jalo ESAL	2,6 c	3,2 c	3,5 c	2,9 b	3,0
Médias	3,6	3,9	3,9	3,8	3,8

¹Em cada coluna, médias seguidas por letras distintas diferem significativamente pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

Embora seja considerado por muitos autores o componente do rendimento do feijoeiro menos influenciado pelo ambiente (Diniz, 1995; Rodrigues et al., 1996), observa-se que as condições prevaletentes em cada safra

retrataram um gradiente no número de grãos por vagem (Tabela 14) e no peso médio do grão (Tabela 7).

Ainda que as médias gerais dos sistemas de plantio reflitam diferenças muito pequenas, de 3,6 a 3,9 grãos por vagem (Tabelas 15 e 16), verifica-se, na Tabela 16, que o comportamento dos sistemas de plantio foi distinto nas diferentes safras: os sistemas de plantio não diferiram entre si nas águas 2001/2002, mas foram diferentes no inverno-primavera (variando de 3,9 a 4,4 grãos por vagem) e nas águas 2002/2003 (3,3 a 4,3 grãos por vagem). Nestas duas últimas safras, os menores valores da característica foram observados no sistema convencional.

TABELA 16. Valores médios do número de grãos por vagem do feijoeiro em função de safras e diferentes sistemas de plantio (médias de seis cultivares). UFLA, Lavras, MG, 2001/2003.

Sistemas de plantio	Safras ¹			Médias
	Águas 2001/2002	Inverno 2002	Águas 2002/2003	
Convencional	3,5 a	3,9 c	3,3 b	3,6
PD trigo	3,3 a	4,2 ab	3,9 a	3,8
PD aveia	3,3 a	4,2 ab	4,3 a	3,9
PD pousio	3,3 a	4,4 a	4,0 a	3,9
Médias	3,4	4,2	3,9	3,8

¹Em cada coluna, médias seguidas por letras distintas diferem significativamente pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

4.3 Características do feijoeiro na seca 2003

O resumo da análise de variância dos dados obtidos nesta safra é apresentado na Tabela 17. Observa-se, a julgar pelos valores dos coeficientes de variação (CV%), que a característica rendimento de grãos foi estimada com menor precisão que as demais, da forma já verificada na análise conjunta das três primeiras safras. Neste caso, o erro experimental envolvido na avaliação dos

efeitos das palhadas (C.V. 1) também foi superior a 30%, valor que pode ser considerado elevado em experimentos com feijão (Abreu et al., 1994). Provavelmente, este fato deve-se, em parte, ao modelo do delineamento experimental adotado, conforme já discutido, já que impõe certo grau de restrição à casualização (Morais, 2001).

Na análise de variância expressa na Tabela 17, observa-se também que as características rendimento de grãos, estande final e altura de planta, além de efeitos individuais, foram influenciadas pela interação cultivar x sistema de plantio, indicando que o comportamento das cultivares de feijão foi diferenciado em cada sistema de plantio. Quanto às outras características, houve efeito isolado de cultivar para massa de 100 grãos e número de vagens por planta, tendo esta última também sido influenciada pelos sistemas de plantio. O número de grãos por vagem não foi influenciado por nenhuma das fontes de variação consideradas (Tabela 17).

TABELA 17. Resumo da análise de variância dos dados na safra da seca/2003.UFLA, Lavras, MG, 2003.

Fontes de variação	G. L.	Quadrados médios				
		Massa 100 grãos	Rendi- mento de grãos	Estande final	Vagens por planta	Grãos por vagem
Blocos	3	3,06	244	468	2,31	0,06
Sistemas de plantio (P)	2	25,18	409*	1528	4,85*	0,28
erro 1	6	5,37	65	479	0,90	0,22
Cultivar (C)	5	507,21**	267**	7879**	24,98**	0,81
erro 2	15	2,26	33	190	2,68	0,28
C x P	10	5,26	46*	989**	2,96	0,17
erro 3	30	3,63	17	271	2,04	0,13
C.V. 1 (%)		10,26	33,29	10,51	16,58	12,49
C.V. 2 (%)		6,66	23,82	6,93	28,65	14,07
C.V. 3 (%)		8,44	17,25	7,91	24,99	9,55

**significativo a 1% de probabilidade pelo teste F.

*significativo a 5% de probabilidade pelo teste F.

Na Tabela 18 são apresentados os valores médios das características do feijoeiro, avaliadas em função dos sistemas de plantio e cultivares utilizadas.

TABELA 18. Valores médios das características avaliadas no feijoeiro na safra da seca/2003.UFLA, Lavras, MG, 2003.

Fatores	Níveis	Quadrados médios				
		Massa 100 grãos (g)	Rendimento de grãos (kg ha ⁻¹)	Estande final (mil ptas.ha ⁻¹)	Vagens por planta	Grãos por vagem
Sistemas de plantio	Aveia	21,41	627	210	5,3	3,6
	Pousio	23,00	885	215	5,7	3,9
	Convencional	23,32	787	200	6,2	3,8
Cultivar	Carioca	17,55	488	162	5,1	3,8
	Pérola	18,21	737	204	6,4	3,9
	Talismã	18,45	769	232	6,1	4,2
	Ouro Negro	19,86	828	201	8,1	3,8
	Roxão	28,60	895	225	4,6	3,5
	Jalo	32,79	880	224	4,1	3,4
Média		22,58	766	208	5,7	3,8

4.3.1 Massa de 100 grãos

Os valores médios da massa de 100 grãos, obtidos na safra seca/2003 podem ser observados na Tabela 19, na qual se verifica que esta característica variou em função das cultivares.

Como já era esperado, a cultivar Jalo ESAL, do grupo manteigão, confirmou sua superioridade, apresentando grãos de maior massa, com média de 32,79 g por 100 grãos, dentro, portanto, da média esperada para esta cultivar (Rodrigues et al., 1996). Seguiram-se as cultivares Roxão, com 28,60 g; Ouro Negro com 19,86 g e Talismã, com 18,45 g. As cv. Pérola (com 18,21 g) e Carioca (com 17,55 g) apresentaram valores de massa de 100 grãos abaixo daqueles citados por ocasião de sua recomendação (Ramalho & Abreu, 1998), o

que leva a inferir que, possivelmente, tiveram alguma uma perda de produtividade.

A explicação mais provável para este fato pode ter sido a baixa disponibilidade hídrica por ocasião do enchimento dos grãos, pois é sabido que a produção e translocação de fotoassimilados até às sementes é afetada pelo estresse hídrico. Como já mencionado na discussão anterior da análise conjunta, o feijoeiro é extremamente sensível à falta de água na etapa R8 (Andrade, 1998) do ciclo cultural, que corresponde ao enchimento dos grãos (Fernandez et al., 1985). Praticamente não houve precipitação nesta fase (Figura 1) e a irrigação pode ter sido insuficiente.

TABELA 19. Valores médios de massa de 100 grãos (g) de seis cultivares de feijoeiro na safra seca/2003 (médias de três sistemas de plantio). UFLA, Lavras, MG, 2003

Cultivar	Médias ¹
Carioca	17,55 d
Pérola	18,21 dc
Talismã	18,45 dc
Ouro Negro	19,86 c
Roxão	28,60 b
Jalo ESAL	32,79 a
Média Geral	22,58

¹ Médias seguidas da mesma letra não diferem significativamente a 5% de probabilidade pelo teste de Tukey.

4.3.2 Rendimento de grãos

Pelos dados das Tabelas 20 e 21 observa-se que o rendimento médio obtido nesta safra foi inferior ao das águas 2001/2002 e, principalmente, ao do inverno-primavera 2002, mas pode ser equiparado ao das águas 2002/2003 (Tabela 9). Certamente, o ambiente, apesar da pressão por doenças ter sido inferior à desta última, teve fatores limitantes à livre expressão do potencial

produtivo das cultivares. A baixa disponibilidade hídrica (Figura 1) por ocasião do enchimento do grão pode ter sido um desses fatores, talvez o mais importante.

TABELA 20. Valores médios do rendimento de grãos (kg.ha⁻¹) em função de seis cultivares de feijoeiro, em três sistemas de plantio na safra seca/2003. UFLA, Lavras, MG, 2003.

Cultivar	Sistema de plantio ¹			Médias
	PD aveia	PD pousio	Convencional	
Carioca	369 c	638 c	457 b	488
Ouro Negro	664 ab	905 abc	917 a	828
Talismã	594 abc	817 bc	897 a	769
Roxão	769 ab	1122 a	793 a	895
Jalo ESAL	856 a	1013 ab	769 a	880
Pérola	507 bc	815 bc	889 a	737
Médias	627	885	787	766

¹Em cada coluna, médias seguidas da mesma letra na coluna não diferem significativamente pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

TABELA 21. Valores médios do rendimento de grãos (kg.ha⁻¹) em função de sistemas de plantio e cultivares de feijoeiro, na safra seca/2003. UFLA, Lavras, MG, 2003.

Sistemas de plantio	Cultivares ¹						Médias
	Carioca	Ouro Negro	Talismã	Roxão	Jalo ESAL	Pérola	
PD aveia	369 b	664 b	594 b	769 b	856 ab	507 b	627
PD pousio	638 a	905 a	817 ab	1122 a	1013 a	815 a	885
Convencional	457 ab	917 a	897 a	793 b	769 b	889 a	787
Médias	488	828	769	895	880	737	766

¹Médias seguidas da mesma letra na coluna não diferem significativamente pelo teste de Tukey a 5 % de probabilidade.

Verifica-se que, na palhada de pousio, a maior produção de grãos foi alcançada pela cultivar Roxão, seguida da Jalo ESAL e Ouro Negro, as quais não diferiram entre si. Quando cultivada no sistema convencional ou no plantio

direto sobre aveia, a cultivar Carioca apresentou pior desempenho, comparado ao das demais.

Uma provável explicação para a maior produtividade do tratamento plantio direto sobre pousio, principalmente com as cultivares Roxão, Jalo ESAL e Ouro Negro, pode ser a baixa relação C/N da flora do pousio, o que tornaria mais rápida a decomposição da palhada, liberando prontamente quantidades maiores de nutrientes ao feijoeiro.

Observa-se também que, nesta safra, as produções das cultivares em plantio convencional superaram as que foram obtidas nos tratamentos com palhadas de aveia. Uma explicação para isso pode estar no fato de que nesta safra as palhadas ficaram muito aquém das quantidades consideradas adequadas (6 t ha^{-1}) e, nestas condições, como é sabido, o solo não fica bem protegido das radiações, a umidade não permanece e a liberação de nutrientes da palhada de aveia é mais lenta, fazendo com que diminuam as vantagens do plantio direto.

Outra hipótese para este comportamento inferior do plantio direto sobre palhada de aveia seria assumir um efeito alelopático desta palhada sobre o feijoeiro. Dessa forma, a aveia liberaria compostos do metabolismo secundário, por meio da sua lavagem, da volatilização, da exsudação de raízes e/ou pela decomposição dos seus resíduos (Tukey, 1969; Rice, 1974).

4.3.3 Estande final

Os valores médios do estande final de feijoeiros na safra seca/2003 mostraram-se influenciados pela interação cultivar x sistema de plantio (Tabelas 22 e 23).

Observando-se as médias das cultivares nos três sistemas de plantio (Tabela 22) e considerando-se um estande ideal de 240 mil plantas por hectare, a cultivar Carioca desviou-se com uma amplitude de 32,5%, Ouro Negro com

16%, Talismã com 3%, Roxão com 6%, Jalo com 7% e Pérola com 15% (Tabelas 22 e 23). À exceção da 'Carioca', as perdas no rendimento de grãos das demais cultivares devem ter sido compensadas pelo maior rendimento das plantas remanescentes, graças à conhecida plasticidade da espécie, conforme discutido por Fernandes (1987), dentre outros.

TABELA 22. Valores médios do estande final (mil plantas.ha⁻¹) de seis cultivares de feijoeiro em cada sistema de plantio na safra seca/2003. UFLA, Lavras, MG, 2003

Cultivar	Sistema de plantio ¹			Média
	PD aveia	PD pousio	Convencional	
Carioca	186 c	168 b	132 c	162
Ouro Negro	191 bc	211 a	202 ab	201
Talismã	231 a	236 a	229 a	232
Roxão	225 ab	239 a	211 ab	225
Jalo ESAL	229 a	210 a	234 a	224
Pérola	197 abc	227 a	189 b	204
Média	210	215	200	208

¹Em cada coluna, médias seguidas da mesma letra não diferem significativamente a 5% de probabilidade.

TABELA 23. Valores médios do estande final (mil plantas.ha⁻¹) do feijoeiro em função do sistemas de plantio e cultivares na safra da seca/2003. UFLA, Lavras, MG, 2003.

Sistema de plantio	Cultivar ¹						Média
	Carioca	Jalo ESAL	Ouro Negro	Pérola	Roxão	Talismã	
PD aveia	186 a	229 a	191 a	197 b	225 ab	231 a	210
PD pousio	168 a	210 a	211 a	227 a	239 a	236 a	215
Convencional	132 b	234 a	202 a	189 b	211 b	229 a	200
Média	162	224	201	204	225	232	208

¹Médias na coluna, seguidas da mesma letra não diferem significativamente pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

Uma eventual explicação para o fato da cultivar Carioca apresentar média de estande abaixo daquelas verificadas nas outras cultivares pode ser a sua conhecida suscetibilidade aos vários fungos que compõem o complexo “damping off” (ou tombamento), já citados e formigas saúvas que, embora controladas, causaram alguma perda.

Na Tabela 23, verifica-se que o plantio direto sobre pousio, apesar da menor quantidade de palha (Tabela 3), proporcionou maior média de estande. Para todas as cultivares este sistema foi o melhor ou, pelo menos, não diferiu dos demais. As mesmas hipóteses levantadas na discussão do rendimento de grãos poderiam aqui ser discutidas.

4.3.4 Número de vagens por planta

Como já comentado, inúmeros trabalhos apontam esta característica como a mais correlacionada com o rendimento de grãos e a que melhor explica as possíveis diferenças na produtividade (Agudelo et al., 1972; Leakey, 1972; Santa Cecília et al., 1974; Duarte & Adams, 1977; Bennett et al., 1977; Fernandes, 1987).

Nesta safra, as cultivares e os sistemas de plantio influenciaram o número de vagens por planta, conforme pode-se observar nas Tabelas 24 e 25.

Observa-se que a cultivar Ouro Negro apresentou o maior número de vagens por planta, seguida das cultivares Pérola e Talismã. Em último lugar situou-se a cultivar Jalo ESAL.

Pelas médias apresentadas na Tabela 25, pode-se deduzir que as condições de temperatura e precipitação (Figura 1) afetaram o número de vagens por planta. É provável que também as condições de irrigação não foram satisfatórias, provocando disponibilidade hídrica insuficiente, a qual teria prejudicado a emissão ou provocado aborto de vagens.

TABELA 24. Valores médios do número de vagens por planta de seis cultivares de feijoeiros na safra seca/2003 (médias de três sistemas de plantio). UFLA, Lavras, MG, 2003.

Cultivar	Médias do nº de vagens por planta ¹
Jalo ESAL	4,1 c
Roxão	4,6 bc
Carioca	5,1 bc
Talismã	6,1 abc
Pérola	6,4 ab
Ouro Negro	8,1 a

¹ Médias seguidas da mesma letra não diferem entre si, pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

TABELA 25. Valores médios do número de vagens por planta do feijoeiro em três sistemas de plantio na safra/2003 (média de seis cultivares). UFLA, Lavras, MG, 2003

Sistemas de plantio	Nº médio de vagens por planta ¹
PD aveia	5,30 b
PD pousio	5,65 ab
Convencional	6,19 a

¹ Médias seguidas da mesma letra não diferem entre si, pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

4.3.5 Número de grãos por vagem

De acordo com a análise de variância desta safra (seca/2003) não houve efeito significativo de nenhuma das fontes de variação sobre esta característica (Tabela 17). De fato, segundo diversos autores (Diniz, 1995; Rodrigues et al., 1996), este é o componente do rendimento do feijoeiro que sofre menor influência do ambiente. Note-se que o número médio de grãos por vagem variou de 3,6 a 3,9 entre os sistemas de plantio e de 3,4 a 4,2 entre as cultivares.

5 CONCLUSÕES

O desempenho agronômico das cultivares de feijoeiro é influenciado pelo sistema de plantio e, principalmente, pela safra.

De modo geral, a cv. Ouro Negro, de grãos pretos, superou as cultivares de grãos carioca (Talismã, Carioca e Pérola).

As cultivares com maior tamanho de grãos (Jalo ESAL e Roxão) tiveram menor produtividade de grãos.

Os maiores rendimentos de grãos foram obtidos na safra irrigada do inverno-primavera, seguida das águas e, finalmente, da safra da seca.

Na maioria das situações, as cultivares de feijoeiro em sistema de plantio direto apresentaram rendimentos superiores ou equivalentes ao sistema convencional.

Quando a produção de matéria seca pela cultura de cobertura é muito pequena, o plantio direto sobre resteva do pousio proporciona maior rendimento de grãos pelo feijoeiro.

6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABREU, A. de F. B. et al. Progresso do melhoramento genético do feijoeiro: nas décadas de setenta e oitenta nas Sul e Alto Paranaíba em Minas Gerais. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.23, n.1, p.105-112, jan. 1994.

ADAMS, W. Basis of yield compensation in crop plants with special reference to the field bean (*Phaseolus vulgaris* L.). **Crop Science**, Madison, v.7, p.505-510, 1967

AGRIANUAL 2001. Anuário da Agricultura Brasileira. São Paulo: FNP, 2001. p.348-432.

AGUDELO, D.O. et al. Efecto de la densidad de población en el rendimiento y otros característicos agronomicos del frijol (*phaseolus vulgaris* L.) de crecimiento voluble y arbustivo. **Acta Agronômica**, Palmira, v.22, p.39-50, 1972.

ALMEIDA, F. S. de.; RODRIGUES, B.N. **Guia de herbicidas: contribuição para o uso adequado em plantio direto e convencional**. Londrina: IAPAR, 1985. 468p.

ALONÇO, A.S.; ANTUNES, I.F. Semeadura direta de feijão em resteva de trigo, visando a colheita mecanizada direta. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 32, n.9, p. 283-289, set.1997.

ALVARENGA, R. C. et al. Plantas de cobertura de solo para sistema plantio direto. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 22, n. 208, jan./fev. 2001.

ANDRADE, M.J.B. Clima e solo. In: VIEIRA, C.; PAULA JUNIOR, T. J.; BORÉM, A. (Ed.). **Feijão: aspectos gerais e cultura no Estado de Minas**. Viçosa, MG: UFV, 1998. p.83-97

ANDRADE, R. da S. **Consumo de água do feijoeiro (*Phaseolus vulgaris* L.) no sistema de plantio direto em função da percentagem de cobertura morta do solo**. 2001. 52p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola/Irrigação e Drenagem). Universidade Federal de Lavras, Lavras.

ARAUJO, G. A. A. Preparo do solo e plantio. In: VIEIRA, C.; PAULA JUNIOR, T. J.; BORÉM, A. (Ed.). **Feijão: aspectos gerais e cultura no Estado de Minas**. Viçosa, MG: UFV, 1998. p.99-122

ARF, O. et al. Estudos de espaçamentos e densidades na cultura do Feijoeiro (*Phaseolus vulgaris* L.). II Adubação em função da população de plantas. In: REUNIÃO NACIONAL DE PESQUISA EM FEIJÃO, 3., 1990, Vitória. **Anais... Vitória: EMCAPA, 1990. 189p. (Documentos, 62).**

BALBINO, L. C. Sistema plantio direto. In: REUNIÃO NACIONAL DE PESQUISA DE FEIJÃO, 5., 1996, Goiânia. **Anais... Goiânia: EMBRAPA-CNPAF-APA, 1997. v. 2, p. 219-228 (Documentos, 70).**

BALBINO, L. C. et al. Plantio direto. In: ARAÚJO, R. S. et al. **A cultura do feijoeiro comum no Brasil**. Piracicaba: POTAFÓS, 1996. p.301-352.

BANZATTO, D.A; KRONKA, S.N. **Experimentação Agrícola**. 3. ed. Jaboticabal-SP: FUNEP, 1995.

BATISTA, C.D.; BRUNE, W.; BRAGA, J.M. Efeito da população de plantas e da época de plantio no crescimento do feijoeiro (*Phaseolus vulgaris* L.) V. Absorção de micronutrientes. **Experientiae**, Viçosa, MG, v.19, n.3, p.33-57, fev.1975.

BENETT, J.P.; ADAMS, M.V.W.; BURGA, C. Pod yield component variation and intercorrelation in (*Phaseolus vulgaris* L.) an affected by planting density. **Crop Science**, Madison, v.17, n. 1, p. 73-75, Jan./Feb. 1977.

BRASIL. Ministério da Agricultura. **Normais climatológicos** (Minas Gerais, Espírito Santo, Rio de Janeiro). Brasília: MARA, 1992. 84p.

CHAGAS, J.M.; VIEIRA, C. Efeitos de intervalo de plantio e de níveis de adubação sobre o rendimento e seus componentes em algumas variedades de feijão (*Phaseolus vulgaris* L.). **Revista Ceres**, Viçosa, MG, v.22, p. 244-263, 1975.

CHAGAS, J.M. et al. Feijão. In: COMISSÃO DE FERTILIDADE DO SOLO DO ESTADO DE MINAS GERAIS. **Recomendação para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais – 5ª Aproximação**. Viçosa, MG, 1999. p.3006-307.

CHAIB, S.L.; BUSILANI, E.A.; CASTRO, L.H.S.M. de. Crescimento e produção do feijoeiro em resposta a profundidade de aplicação de adubo fosfatado. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, v.19, n.7, p.817-822, jul. 1984.

CIRINO, V.D. et al. Cultivar. In: INSTITUTO AGRONÔMICO DO PARANÁ. *Feijão: tecnologia de produção*. Londrina, 2000. 115p. (Informe de Pesquisa, 135).

COMISSÃO DE FERTILIDADE SOLO DO ESTADO DE MINAS GERAIS. *Recomendações para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais: 5ª Aproximação*. Viçosa, MG: UFV, 1999. 359p.

CRUZ, J.L. *Padrão de acúmulo de matéria seca nos grãos de feijoeiro (Phaseolus vulgaris L.) e sua relação com o rendimento*. Lavras: UFLA, 1992. 94p.

CRUZ, J.L. et al. Relação entre rendimento, componentes primários de rendimento e parâmetros de enchimento dos grãos de feijoeiro. *Revista Brasileira de Fisiologia Vegetal*, v.5, p.159-162, 1993.

CULTIVAR de feijão Talismã. Sete Lagoas: UFLA/UFV/EMBRAPA/EPAMIG, 2002. Folder.

DENARDIN, J. E.; KOCHHANN, R.A. Requisitos para a implantação e a manutenção do sistema plantio direto. In: EMBRAPA-CNPR/FUNDACEP FECOTRIGO/FUNDAÇÃO ABC. *Plantio direto no Brasil*. Passo Fundo: Aldeia Norte, 1993. p.19-27.

DERPSCH, R. Importância da rotação de culturas e da adubação verde nos sistemas de produção trigo/soja no sul do Brasil. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL SOBRE PLANTIO DIRETO EM SISTEMAS SUSTENTÁVEIS, 1993, Castro, PR. *Anais...* Castro, PR: Fundação ABC para Assistência e Divulgação Técnica Agropecuária, 1993. p.58-74.

DERPSCH, R.; CALEGARI, A. *Guia de plantas para adubação verde de inverno*. Londrina: IAPAR, 1985. 96p. (Documentos, 9).

DERPSCH, R.; SIDIRAS, N.; HEINZMANN, F.X. Manejo do solo com coberturas verdes de inverno. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, v.20, n.7, p.761-773, 1985.



DEUBER, R. **Ciência das plantas daninhas: fundamentos**. Jaboticabal: FUNEP, 1992. 43p.

DINIZ, A.C. **Resposta da cultura do feijão (*Phaseolus vulgaris* L.) à aplicação de Nitrogênio (semeadura e cobertura) e de molibdênio foliar**. 1995. 60p. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia)-Universidade Federal de Lavras, Lavras.

DOURADO NETO, D.; FANCELLI, A.L. **Produção de feijão**. Guaíba: Agropecuária, 2000. p. 93-96.

DUARTE, R.A.; ADAMS, M.W. A path coefficient analysis of some yield component interrelations in field beans (*Phaseolus vulgaris* L.). **Crop Science**, Madison, v.12, n.4, p.579-582, July/Aug. 1977.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. Brasília, 1999. 412p.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. **Sistema de produção do feijoeiro: a cultura do feijoeiro**. Disponível em: <<http://www.cnpaf.embrapa.br/>>. Acesso em: 23 jul. 2003.

FERNANDEZ, F.; GEPTS, P.; LÓPES, M. Etapas de desarrollo e la planta de Frijol. In: LÓPES M.; FERNANDES, F.; SCHOOWOVEN, A.V. **Frijol**, investigacion. Colombia: CIAT, 1985. p.61-80.

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

FIEGENBAUM, V.; SANTOS, D.S.B.; MELLO, V.D.C. Influência do déficit hídrico sobre os componentes de rendimento de três cultivares de feijão. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 26, p.275-280, fev. 1 991.

FONTES, L.A.N. Nota sobre os efeitos da aplicação de adubo nitrogenado e fosfatado, calcário e inoculante na cultura do feijão (*Phaseolus vulgaris* L.) **Revista Ceres**, Viçosa, MG, v. 19, n. 103, p.211-216, 1972.

FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS. **FAO Yearbook Production**. Rome, 2001. p.79-105.

GALVÃO, J. D.; RODRIGUES, J. J. V.; PURÍSSIMO, C. Sistema de plantio direto e convencional, na cultura do feijão da seca, em Viçosa, Minas Gerais. *Revista Ceres*, Viçosa, MG, v. 28, n.158, p.412-416, 1981.

GOMES, F.P. *Curso de estatística experimental*. 14.ed. Piracicaba: ESALQ, 2000. 467p.

HEINZMANN, F.X. Resíduos culturais de inverno e assimilação de nitrogênio por culturas de verão. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, v.20, n.9, p.1021-1030, 1985.

IGUE, K. et al. *Adubação orgânica*. Londrina: IAPAR, 1984. 33p. (IAPAR, Informe da Pesquisa, 59).

INFORMATIVO ANUAL DAS COMISSÕES TÉCNICAS REGIONAIS DE FEIJÃO: cultivares de feijão indicadas para plantio, safra 1998/1999. Goiânia: EMBRAPA-CNPAP, 1998. 29p.

KLUTHCOUSKI, J. Efeito de manejo em alguns atributos de um latossolo roxo sob cerrado e nas características produtivas de milho, soja, arroz e feijão, após oito anos de plantio direto. Piracicaba, 1998. 179 p. Tese (Doutorado em Agronomia)-Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz".

KLUTHCOUSKI, J.; BOUZINAC, S.; SEGUY, L. Preparo do solo. In: ZIMMERMANN, M. J. O.; ROCHA, M.; YAMADA, T. (Ed.). *Cultura do feijoeiro: fatores que afetam a produtividade*. Piracicaba, POTAFÓS, 1988. p. 249-259.

LAMSTER, E. C. *FORAGEIRAS DE INVERNO: aveia, instrução de plantio* Belo Horizonte: EMATER-MG Convênio Brasil/Alemanha/SISTEMA OPERACIONAL DE AGRICULTURA, PECUARIA E ABASTECIMENTO - SOAPA, Minas Gerais, 1977. p. 2

LEAKEY, C.L.A. The effect of plant population and fertility level on yield and its components in two determinate cultivar of *Phaseolus vulgaris* L. savi. *Journal of Agricultural Science*, Cambridge, v.79, n.1/3, p. 259-267, Feb./June 1972.

LOLLATO, A.L. et al. Efeitos de coberturas do solo com capins marmelada e braquiária sobre o desenvolvimento do feijoeiro (*Phaseolus vulgaris* L.). In: CONGRESSO NACIONAL DE PESQUISA DE FEIJÃO., 7, 2002, Viçosa-MG. *Resumos expandidos...* Viçosa-MG: UFV/DFT, 2002. p.610-611.

LOS, C. J. Princípios básicos para iniciar o plantio direto. In: CURSO SOBRE MANEJO DO SOLO NO SISTEMA PLANTIO DIRETO, 1995, Castro-PR. **Anais...** Castro-Paraná: Fundação ABC para Assistência e Divulgação Técnica Agropecuária, 1995. p.285-295.

MACHADO, L. A. Z. **Aveia: forragem e cobertura do solo**. Dourados-MS: Embrapa Agropecuária Oeste, 2000 16p. (Coleção Sistema de Plantio Direto, 4).

MARQUES S. NETO, A.; MACHADO, N.F.; SCHON, M.A. A influência de diferentes coberturas verdes de inverno sobre as culturas de milho e soja. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL SOBRE PLANTIO DIRETO EM SISTEMAS SUSTENTÁVEIS, 1993, Castro,PR. **Anais...** Castro,PR: Editora, 1993. p.110-115.

MATZENBACHER, R. G. **A cultura da aveia no sistema plantio direto**. Cruz Alta: FUNDACEP FECOTRIGO, 1999. 200p.

MELHORANÇA, A.L. Controle de plantas daninhas. In: EMBRAPA-UEPAE. **A cultura do feijoeiro em Mato grosso do Sul**. Dourados, 1990. 129p.

MORAES, J.F.V. Calagem e adubação. In: ZIMMERMANN, M. J. de O.; ROCHA, M.; YAMADA, T. (Ed.). **Cultura do feijoeiro: fatores que afetam a produtividade**. Piracicaba. POTAFOS, 1988. p.261-262.

MORAIS, A. R. **Estatística experimental: uma introdução aos delineamentos e análise de experimentos**. Lavras: UFLA, 2001.

MOURA, P.A.M.; PAIVA, B. M.; RESENDE, L.M.A. Aspectos econômicos da cultura do feijão. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte. v. 17, n. 178, p.68-72, 1994.

MULLINS, C. A.; STRAW, R.A. Production of snap beans as effected by soil tillage method and row spacing. **Journal of the American Society of Horticultural Science**, Alexandria, v. 113, n .4, p.667-669, July 1988.

NASCIMENTO, J L. **Respostas de duas cultivares de feijão (*Phaseolus vulgaris* L.) a cinco lâminas de irrigação aplicadas durante o estágio de desenvolvimento vegetativo nos sistemas de plantio direto e convencional**. 1998. 137p. Tese (Doutorado em Agronomia)-Universidade Federal de Goiás, Goiânia.

OLIVEIRA, T.K. de. **Plantas de cobertura em cultivo solteiro e consorciado e seus efeitos no feijoeiro e no solo em plantio direto.** 2001. 109 p. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia)-Universidade Federal de Lavras, Lavras.

OSÓRIO, E. A. **A cultura do trigo.** São Paulo: Globo, 1992. (Coleção do Agricultor, Grãos).

PITOL, C. **A cultura da aveia no Mato Grosso do Sul.** Maracaju: COTRIJUI, 1988. 34p (Boletim Técnico, 2).

RAMALHO, M.A.P. et al. Experimento de espaçamento de plantio na cultura do feijão (*Phaseolus vulgaris* L.) realizado na região Sul de Minas Gerais. In: EPAMIG . **Projeto feijão: relatório 1976/1977.** Belo Horizonte, 1978. p.67-74.

RAMALHO, M.A.P.; ABREU, A.F.B. Cultivares. In: VIEIRA, C.; PAULA JUNIOR, T.J.; BOREM, A. (Ed.) **Feijão: aspectos gerais e cultura no Estado de Minas.** Viçosa, MG: UFV, 1998.

RAMALHO, M.A.P.; ABREU, A.F.B.; RIGETTO G.U. Interação de cultivares de feijão por época de semeadura em diferentes localidades no Estado de Minas Gerais. **Pesquisa Agropecuária Brasileira, Brasília, v.28, n.10, p. 1183-1189, out. 1993.**

RECOMENDAÇÕES da Comissão Centro Brasileira de Pesquisa de Trigo para os anos de 1999/2000. In: REUNIÃO DA COMISSÃO CENTRO BRASILEIRA DE PESQUISA DE TRIGO, 10., 1998, Uberaba, MG. **Recomendações ...** Belo Horizonte: EPAMIG, 1999. 73p (EPAMIG – Documentos, 33).

RICE, E.L. **Allelopathy.** New York: Academic, 1974. 433p.

RODRIGUES, J.R.M.; ANDRADE, M.J.B.; CARVALHO, J.G.; Resposta de cultivares de feijão (*Phaseolus vulgaris* L.) a doses de molibidênio aplicadas via foliar. **Ciência e Agrotecnologia, Lavras, v.20, n.3, p.323-333, jul./set. 1996.**

RUEDELL, J. **Plantio direto no sul do Brasil, uma revisão histórica.** **Jornal do Plantio Direto, Passo Fundo, v.1, n.1, p.1-8, 1990.**

SAMPAIO, G.V. et al. Efeito de sistemas de preparo do solo sobre o consórcio de milho-feijão (*Phaseolus vulgaris*). **Revista Ceres, Viçosa, MG, v.36, n.208, p.465-482, nov./dez. 1989.**

SANTA CECÍLIA, F.C.; RAMALHO, M.A.P.; SILVA, C.C. Efeitos da adubação NPK na cultura do feijão (*Phaseolus vulgaris* L.) na Zona Sul de Minas Gerais. *Agros. Lavras*, v.4, n.2, p.3-10, 1974.

SANTOS, H.P. et al. **Rotação de culturas e produtividade do Trigo no RS.** Passo Fundo: EMBRAPA-CNPT, 1987. 32p. (Documento, 8). p.19-54.

SANTOS, M. L.; BRAGA, M. J. Aspectos econômicos. In: VIEIRA, C.; PAULA JUNIOR, T. J.; BORÉM, A.(Ed.). **Feijão: aspectos gerais e cultura no Estado de Minas.** Viçosa, MG: UFV, 1998.

SANTOS, R.L.L.; CORRÊA, J.B.D.; ANDRADE, M.J.B Produtividade de cultivares de feijão no plantio direto em diferentes coberturas do solo. In: CONGRESSO NACIONAL DE PESQUISA DE FEIJÃO, 7., 2002, Viçosa, MG. **Resumos Expandidos...** Viçosa, MG, 2002. p.626-628.

SATURNINO, H. M. Evolução do plantio direto e as perspectivas nos cerrados. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v.22, n. 208, jan./fev. 2001.

SIDIRAS, N.; ROTH, C.H. Medições de infiltração com infiltrômetro e um simulador de chuvas em Latossolo Rocho Distrófico, Paraná sob vários tipos de cobertura de solo e sistema de preparo. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CONSERVAÇÃO DO SOLO, 5., 1984, Porto Alegre. **Anais...** Porto Alegre: SBCS, 1984. p.38.

SILVA, D. B. **Trigo para o abastecimento familiar; do plantio à mesa.** Brasília: Embrapa-SPI/ Planaltina: Embrapa – CPAC, 1996.

SILVA, V.A. et al. Efeitos de métodos de preparo do solo e níveis de fertilizantes NPK sobre o feijão da “seca” em seqüência a cultura do milho. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras , v. 25, n.2, p. 454-461, 2001.

SILVA, V.A. da. **Efeitos de métodos de preparo do solo e níveis de fertilizantes NPK sobre o feijão da ‘seca’ (*Phaseolus vulgaris* L.) em seqüência a cultura do milho (*Zea Mays* L.).** 1994. 66p. Dissertação (Mestrado em Agronomia/Fitotecnia)-Escola Superior de Agricultura de Lavras, Lavras.

SIQUEIRA, N.S. Efeitos de sistemas de preparo do solo sobre a cultura do feijoeiro (*Phaseolus vulgaris* L.) sobre algumas propriedades físicas e químicas do solo. 1989. 106p. Dissertação (Mestrado em Agronomia)-Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG.

SOUZA, A.B. de. Populações de plantas, níveis de adubação e calagem para o feijoeiro (*Phaseolus vulgaris* L.) num solo de baixa fertilidade. 2000. 69p. Tese (Doutorado em Fitotecnia)-Universidade Federal de Lavras, Lavras.

SOUZA, A.V.; PIO, C. Plantas de cobertura do solo no sistema de plantio direto. Lavras: UFLA, 2001.

STONE, L. F.; MOREIRA, J.A.A. Resposta do feijoeiro ao nitrogênio em cobertura, sob diferentes lâminas de irrigação e preparo do solo. In: REUNIÃO NACIONAL DE PESQUISA DE FEIJÃO, 6., 1999, Salvador. Resumos Expandidos... Santo Antônio de Goiás: EMBRAPA Arroz e Feijão, 1999. p. 693-696. (Documentos, 99).

STONE, L. F.; SILVEIRA, P. M. Efeitos do sistema de preparo na compactação do solo, disponibilidade hídrica e comportamento do feijoeiro. Pesquisa Agropecuária Brasileira, Brasília, v. 34, n.1, p.83-91, jan.1999.

THUNG, M.D.T.; OLIVEIRA, I.P. Problemas abióticos que afetam a produção do feijoeiro e seus métodos de controle. Santo Antônio de Goiás: EMBRAPA-CNPAP, 1998. 172p.

TUKEY, H.B. Implications of allelopathy in agricultural plant sciences. Botany Review, v.35, n.1, p.1-16, 1969.

URCHEI, M.A. Efeito do plantio direto e o preparo convencional sobre alguns atributos físicos de um Latossolo Vermelho Escuro argiloso e no crescimento e desenvolvimento do feijoeiro (*Phaseolus vulgaris* L.) sob irrigação. 1996. 131 p. Tese (Doutorado em Agronomia/Irrigação e Drenagem)-Universidade Estadual Paulista, Botucatu.

VALE, L.S.R. Doses de calcário, desenvolvimento da planta, componente de produção, propriedade de grãos e absorção de nutrientes de dois cultivares de feijão. 1994. 71p. Dissertação de Mestrado)-Universidade Estadual Paulista, Botucatu.

VIEIRA, C. O feijoeiro comum: cultura, doenças e melhoramento. Viçosa, MG: UFV, 1967. 220p.

VIEIRA, C.; VIEIRA, R.F. Épocas de plantio de feijão e proposta de nomenclatura para designá-las. *Revista Ceres*, Viçosa, MG, v.42, p.685-688, 1995.

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

ZAFFARONI, E. et al. Efeito de métodos de preparo do solo na produtividade e outras características agronômicas de milho e feijão no nordeste do Brasil. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, Campinas, v.15, n. 1, p.99-104, jan./abr.1991.