

JOSÉ DOS PRAZERES ALCÂNTARA

ALTERAÇÕES MORFOFISIOLÓGICAS DE CULTIVARES DE
FEIJÃO (*Phaseolus vulgaris* L.) EM DIFERENTES DENSIDADES
DE SEMEADURA E CONDIÇÕES DE AMBIENTES

Dissertação apresentada à Escola Superior de Agricultura de Lavras, como parte das exigências do Curso de Mestrado em Agronomia, área de Concentração Fitotecnia, para obtenção do grau de "MESTRE".

ESCOLA SUPERIOR DE AGRICULTURA DE LAVRAS

LAVRAS - MINAS GERAIS

1990

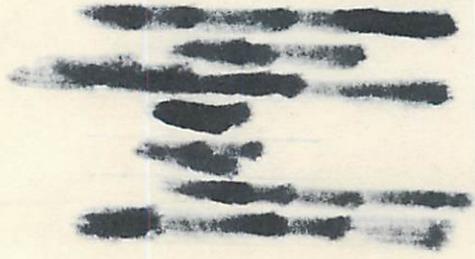
JOSÉ DOS PRAXEDES ALCANTARA

ALTERAÇÕES MORFOFISIOLÓGICAS DE CULTIVARES DE
FEIJÃO (Phaseolus vulgaris L.) EM DIFERENTES DENSIDADES
DE SEMEADURA E CONDIÇÕES DE AMBIENTES

Dissertação apresentada à Escola Superior
de Agricultura de Lavras, como parte das
exigências do Curso de Mestrado
em Agronomia, área de Concentração
Fitotecnia, para obtenção do grau de
"MESTRE".

DESCARTADO

[Signature]
ASSINATURA
[Signature]
BIBLIOTECA UNIVERSITÁRIA
UFPA



ESCOLA SUPERIOR DE AGRICULTURA DE LAVRAS

LAVRAS - MINAS GERAIS

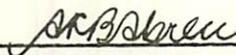
1990

ALTERAÇÕES MORFOFISIOLÓGICAS DE CULTIVARES DE FEIJÃO
(Phaseolus vulgaris L.) EM DIFERENTES DENSIDADES
DE SEMEADURA E CONDIÇÕES DE AMBIENTES

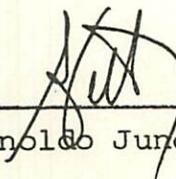
APROVADA:



Prof. Magno Antonio Patto Ramalho
Orientador



Pesq. Ângela de Fátima Barbosa Abreu



Prof. Arnaldo Junqueira Netto

Se as cidades forem destruídas
e os campos forem conservados,
as cidades ressurgirão;
mas se queimarem os campos
e conservarem as cidades,
estas não sobreviverão.

Benjamin Franklin

Aos meus pais Manoel e Nilza
pelos esforços que sempre dispensaram,
para meu crescimento e evolução educacional e moral.

E a minha sogra Tereza
pelo apoio e carinho

DEDICO

À Prof. Enedina Costa de Macedo
e a todos que, de alguma forma contribuíram para
o meu crescimento como ser humano

AGRADEÇO

À minha esposa Ângela Cosete
e aos meus filhos José Júnior e Janaína,
pelo amor, carinho e dedicação a mim dispensado

OFEREÇO

HOMENAGEM,

Ao meu avô José Leonides;
ao meu sogro José de Souza Santos;
ao meu cunhado Manoel Messias A. Santos
e ao Engenheiro Agrônomo Valmir Silva de Jesus,
pelo exemplo de luta, humildade e amor

"in memoriam"

AGRADECIMENTOS

À Deus, pela fé e perseverança concedidas.

À Empresa de Pesquisa Agropecuária da Bahia (EPABA) e à Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA), pela oportunidade oferecida para realização do curso de mestrado.

À Escola Superior de Agricultura de Lavras (ESAL) pela oportunidade concedida para a realização deste curso.

À Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA) pela concessão da bolsa de estudos.

Ao professor Magno Antônio Patto Ramalho, pela orientação, disponibilidade, amizade e sobretudo pelo seu exemplo de entusiasmo constante e dedicação ao trabalho.

Aos professores João Bosco dos Santos e Marcio Bastos Gomide, pelas contribuições, incentivo e amizade.

À pesquisadora Ângela de Fátima Barbosa Abreu, pela participação e valiosas contribuições.

Ao professor Arnaldo Junqueira Netto, pela parti-

cipação e contribuições.

Aos professores dos Departamentos de Agricultura, Biologia e de Ciência do Solo da ESAL, pelos ensinamentos transmitidos durante o curso.

Ao professor Moacir Pasqual que, como coordenador do curso de Pós-Graduação em Fitotecnia, tanto contribui para o crescimento científico dos seus alunos.

Aos funcionários de campo, Jurandi, Antônio Carlos, Nilson e Rosilene do Departamento de Biologia da ESAL, pela ajuda na condução dos experimentos.

Aos funcionários da Biblioteca Central da ESAL, especialmente a Antônio Máximo de Carvalho, pelo atendimento e correção das referências bibliográficas.

Aos colegas da Unidade de Execução de Pesquisa Paraguaçu/EPABA, pelo apoio e amizade.

Aos colegas do curso de Pós-Graduação, pelo convívio e amizade.

A minha esposa Ângela Cosete e aos meus filhos José Júnior e Janaina, pelo carinho e pela capacidade incomparável de superar os momentos adversos no transcorrer do curso.

Aos meus irmãos e cunhados, especialmente Wildbergue J.A. dos Santos, a Norma Margareth A. dos Santos e Luzmarina A. dos Santos, pelo apoio e consideração.

À Sra. Odete F. de Abreu e família, pela amizade e colaborações nas soluções dos problemas rotineiros.

A todos aqueles que, de forma direta ou indireta
contribuíram para a realização deste trabalho.

BIOGRAFIA DO AUTOR

José dos Prazeres Alcântara, filho de Manoel Cayres Alcântara e de Nilza dos Prazeres Alcântara, nasceu na cidade de Água-Quente, Bahia, em 03 de setembro de 1950.

Concluiu o curso do primeiro grau no Colégio e Escola Normal São Lucas, em 1969 na cidade de Guanambi, Bahia e o curso de segundo grau no Colégio Estadual da Bahia, em Salvador, Bahia em 1973.

Em março de 1974, iniciou o curso de graduação em Agronomia, na Universidade Federal da Bahia, em Cruz das Almas, Bahia, graduando-se Engenheiro Agrônomo, em agosto de 1978.

Em agosto de 1978, ingressou no quadro de pesquisadores da Empresa de Pesquisa Agropecuária da Bahia (EPABA), tendo sido lotado na Unidade de Execução de Pesquisa São Francisco, sediada no município de Barreiras, Bahia.

Em março de 1988 iniciou o curso de Pós-Graduação a nível de mestrado, em Fitotecnia, na Escola Superior de Agricultura de Lavras (ESAL), em Lavras-MG, concluindo-o em dezembro de 1990.

SUMÁRIO

	Página
1. INTRODUÇÃO	1
2. REFERENCIAL TEÓRICO	3
2.1. População de plantas	3
2.2. Melhoria na eficiência fisiológica das plantas ..	6
3. MATERIAL E MÉTODOS	13
3.1. Épocas e local de instalação dos experimentos ...	13
3.2. Cultivares	14
3.3. Delineamento experimental	17
3.4. Condução dos experimentos	17
3.4.1. Dados obtidos	18
3.4.1.1. Percentagem de sobrevivência de plantas	18
3.4.1.2. Número de dias para o florescimen <u>to</u> to	18
3.4.1.3. Número de flores e percentagem de vingamento floral	18
3.4.1.4. Componentes primários da produção	19
3.4.1.5. Produção de grãos	19

3.4.1.6. Índice de colheita (IC)	19
3.4.1.7. Altura de inserção da primeira va- gem	20
3.5. Análise dos dados	20
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO	22
5. CONCLUSÕES	43
6. RESUMO	45
7. SUMMARY	47
8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	49
APÊNDICE	67

LISTA DE TABELAS

Tabela		Página
1	Análise química do solo da área experimental, Departamento de Biologia da Escola Superior de Agricultura de Lavras	14
2	Características das cultivares avaliadas	16
3	Resumo das análises de variância conjunta do número de vagens por planta, número de sementes por vagem, peso de 100 sementes (g), índice de colheita (%) e altura de inserção da primeira vagem (cm) dos experimentos conduzidos no inverno de 1988 e na seca de 1990	24
4	Resumo das análises de variância conjunta da percentagem de sobrevivência de plantas e produção de grãos em kg/ha, referentes aos experimentos conduzidos no inverno de 1988 e na seca de 1990	25

Tabela

Página

5	Número de dias para a emergência, floração e ciclo, das nove cultivares de feijão. Lavras, inverno de 1988 e seca de 1990	26
6	Produção média de grãos, em kg/ha, das cultivares avaliadas no inverno de 1988 e seca de 1990	28
7	Resultados médios do número de vagens por planta, número de sementes por vagem e peso de 100 sementes (g), referentes aos experimentos conduzidos no inverno de 1988 e na seca de 1990 .	30
8	Resultados médios do índice de colheita (%) e altura de inserção da primeira vagem (cm) dos experimentos conduzidos no inverno de 1988 e na seca de 1990	31
9	Resultados médios do número de vagens por planta, número de sementes por vagem, peso de 100 sementes (g), índice de colheita (%), produção de grãos em kg/ha, percentagem de sobrevivência de plantas, produção de flores por planta, percentagem de vingamento floral por planta e altura de inserção da primeira vagem (cm), nas densidades de 10 e 20 plantas por metro linear nos ensaios conduzidos no inverno de 1988 e na seca de 1990	33

Tabela

Página

10	Resultados médios para percentagem de sobrevivência de plantas, número de flores por planta, percentagem de vingamento floral por planta, número de vagens por planta e produção de grãos em kg/ha do experimento conduzido na seca de 1990	35
11	Resultados médios do número de vagens por planta, número de sementes por vagem, peso de 100 sementes (g), índice de colheita (%), altura de inserção da primeira vagem (cm), percentagem de sobrevivência de plantas e produção de grãos em kg/ha obtidos pelas nove cultivares nas densidades de 10 e 20 plantas por metro linear nos dois ensaios	41

LISTA DE FIGURAS

Figura		Página
1	Precipitação média de cada dois dias (em barra) e temperatura máxima e mínima diária, de julho a 11 de novembro de 1988	15
2	Precipitação média de cada dois dias (em barra) e temperatura máxima e mínima diária, de março a 02 de julho de 1990	15

1. INTRODUÇÃO

A produtividade média do feijoeiro não tem alcançado aumentos expressivos, como tem ocorrido em outras culturas. Uma das razões para que isto venha ocorrendo é que o melhoramento genético do feijoeiro sempre deu ênfase principalmente à resistência aos patógenos visando sobretudo, maior estabilidade de produção. Preocupados com esse fato, foram feitas algumas tentativas de aumento da produtividade através da maior eficiência fisiológica da planta, principalmente via melhoria de sua arquitetura, ADAMS (2) e NIENHUIS & SINGH (55).

Neste contexto, o que tem recebido maior atenção é a obtenção de plantas de porte mais ereto. A planta com essa arquitetura entre outras vantagens, deve possibilitar a utilização de um maior número de plantas por área (30, 55 e 96), o que deve contribuir para uma maior produção de grãos em detrimento da parte vegetativa, ou seja, aumentar o índice de colheita, que é um parâmetro de grande utilidade na avaliação da eficiência das plantas, DONALD & HAMBLIN (33).

No programa de melhoramento da Escola Superior de Agricultura de Lavras, estão sendo obtidas algumas cultivares que diferem no hábito de crescimento. Esses materiais ainda não foram suficientemente avaliados especialmente utilizando diferentes densidades de semeadura. Sendo assim ainda não foi verificado quais são as mudanças que ocorrem na morfologia e no desempenho produtivo dessas plantas quando submetidas a diferentes densidades de semeadura.

Também há necessidade de verificar se o efeito da densidade é dependente da época de plantio, uma vez que o feijão é plantado em três épocas diferentes, ou seja, das "águas", da "seca" e no inverno. Desta forma, considerando as hipóteses que: as cultivares de porte mais ereto apresentam melhor desempenho em maiores densidades de semeadura; há diferença no índice de colheita das cultivares em função das densidades de semeadura; e que a época de plantio afeta o índice de colheita e o desempenho das cultivares nas diferentes densidades, conduziu-se o presente trabalho com o objetivo de: a) verificar a existência de interação cultivares x densidades, na produtividade de grãos e outras características morfofisiológicas das plantas especialmente o índice de colheita; b) verificar se o efeito da densidade é dependente da época de semeadura.

2. REFERENCIAL TEÓRICO

2.1. População de plantas

O número de plantas por área sempre foi um fator que despertou a atenção dos pesquisadores, porque ele pode permitir uma melhor utilização dos recursos. A princípio pode-se imaginar que quanto maior a população de plantas melhor o desempenho da cultura. Entretanto, há de se considerar a competição exercida entre as plantas. Essa competição pode ser por vários fatores como por exemplo a luz, BRANDES (16). Nesse caso a competição é mais acentuada durante a fase reprodutiva do feijoeiro, período em que a área foliar é máxima, BENNETT et alii (12). Já a competição em relação a outros fatores não foi ainda muito explorada, contudo em um levantamento de 41 trabalhos com a cultura do feijoeiro, em que foram avaliadas populações variando de 40 mil a 2 milhões de plantas por hectare, FERNANDES (38) constatou que em apenas 24,3% deles houve efeito de densidade e como realçado por Ela, apenas nos casos em que se avaliou as densidades extremas. Esses resultados evidenciaram que na menor população, as plantas conseguem com-

pensar a produtividade devido a competição menos intensa.

Em trabalho onde foi realizada simulação de falhas no estande, FERNANDES et alii (39) verificaram que as plantas remanescentes conseguiram compensar a produtividade de grãos por área com até 50% de perda de plantas. Foi evidenciado também neste trabalho, que esta compensação só foi possível devido à plasticidade dos componentes primários da produção, especialmente o número de vagens por planta e do número de sementes por vagem. É importante salientar que resultados semelhantes a estes foram verificados também por outros autores (3, 4, 17, 27, 34, 35, 52, 59 e 65).

Na maioria dos trabalhos de população de plantas foi utilizada apenas uma cultivar e por esta razão torna-se difícil a generalização dos resultados. Preocupados com estes fatos WESTERMANN & CROTHERS (96) comparando cultivares de hábito de crescimento determinado e indeterminado, sob diferentes populações de plantas, verificaram que a produção de sementes por área foi relativamente constante sob uma grande amplitude de densidade para as cultivares de hábito indeterminado, enquanto aumentou a produção com aumento da população de plantas nas cultivares de hábito determinado. Concluíram que as cultivares de hábito determinado estão sujeitas a uma menor competição em altas populações de plantas, do que as indeterminadas. Resultados semelhantes a esses foram constatados também em outros trabalhos (12, 30, 35, 44, 49, 50, 51 e 53).

Mais recentemente NIENHUIS & SINGH (55) também observaram que somente nas maiores densidades, a produtividade das cultivares de hábito de crescimento determinado (tipo I) foi seme-

lhante à das cultivares de hábito indeterminado (tipo II), o que evidencia uma maior adaptação das cultivares do tipo I ao aumento da população de plantas, enquanto que, nas menores densidades, a produção de grãos das cultivares de hábito indeterminado foi maior que a das cultivares de hábito determinado.

Resultados discordantes foram obtidos em trabalho realizado no Brasil por SILVA (78). Estudando o comportamento de três cultivares de feijão de hábito de crescimento tipos I, II e III, respectivamente, 'Manteigão Fosco 11', 'CNF 10' e 'Carioca', em três densidades de semeadura (180, 260 e 340 mil plantas por hectare) este autor, verificou que nas cultivares de hábito tipos I e II a produção de grãos foi semelhante nas três densidades, sendo que a de hábito indeterminado tipo III produziu mais na densidade intermediária.

Tem sido observado que ao se alterar a densidade de semeadura outras características da planta são afetadas. Com o aumento da densidade foi constatado atraso na floração por MAUK et alii (53) e por VILLAMIL LUCAS (89) e uma inserção mais alta das vagens, VILLAMIL LUCAS (89). Este autor verificou que na densidade de 28 plantas por metro quadrado a altura média foi 18% superior em comparação à densidade de 5 plantas por metro quadrado.

Quando se trata de populações de plantas por área, não é apenas o número total que interessa mas principalmente também o modo de distribuição dessas plantas. Tanto é assim que vários pesquisadores mostraram que com uma mesma população de plantas, ocorre maior eficiência se estas forem submetidas a um arranjo mais equidistante (30, 52, 62, 91). É provável que o aproveita

mento da luz seja a principal razão para esses resultados.

Recentemente o Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT) tem intensificado os trabalhos visando o aumento da população de plantas, através de uma redução no espaçamento entre linhas e não só no número de plantas por metro. Os resultados obtidos até o momento têm evidenciado que as cultivares de porte ereto plantadas em menor espaçamento entre linhas apresentam maior produtividade, CIAT (24).

2.2. Melhoria na eficiência fisiológica das plantas

A partir da década de sessenta foi amplamente discutida a possibilidade de aumento da produtividade via melhoria na eficiência fisiológica das plantas, DONALD (32). O termo ideótipo foi criado por esse autor para descrever uma planta ideal, na qual deve haver uma perfeita harmonia entre suas partes componentes visando utilizar o máximo dos recursos disponíveis.

No caso do feijoeiro foram conduzidos alguns trabalhos com objetivo de conhecer o relacionamento entre as características da arquitetura e produtividade de grãos visando a formulação de um ideótipo (2, 29, 41 e 56). ADAMS (2) discutiu alguns aspectos fisiológicos envolvidos com a produção de grãos e argumentou que um ideótipo do feijoeiro deve conter: "1. Eixo central: uma só haste ou com um número mínimo de ramos eretos, vigorosos, muitos nós e internós superiores de comprimento médio; 2. Rácimos: a-

xilares em cada nó, muitas flores, pedúnculo curto; 3. Folhas: pequenas e numerosas, capazes de orientar-se verticalmente, células abundantes no mesófilo e elevado índice de estômatos; 4. Vagens : grandes e com muitas sementes, paredes delgadas na maturação; 5. Sementes: tão grandes quanto possível dentro dos limites aceitáveis do tipo comercial ao que pertence a cultivar em questão; 6. Forma de crescimento: perfil determinado, estreito, ereto; 7. Taxa de crescimento: acumulação rápida de uma área foliar ótima; 8. Duração de crescimento: um estabelecimento precoce e escalonado de unidades nutricionais, e um longo período desde a floração até a maturação; 9. Absorção em um nível geralmente alto de minerais e translocado dentro da planta suficiente para cobrir todos os requerimentos; 10. Taxa alta e constante de fotossíntese (troca líquida de CO_2) para todas as folhas; 11. Taxa alta de translocação, ou seja, a passagem dos produtos da fotossíntese da folha ao receptáculo".

Discutindo a respeito do melhoramento para arquitetura e produtividade do feijoeiro COYNE (29), diz que há falta de informações a respeito da contribuição dos vários componentes morfológicos e fisiológicos de uma planta para a sua produtividade.

Existe para o feijoeiro uma enorme diversidade no que se refere ao tipo de planta. Em razão desse fato é utilizada inclusive uma classificação para agrupar esses diferentes tipos, CIAT (23). As do tipo I, incluem todas as plantas de hábito determinado, ramos eretos, sem produção de nós sobre o caule principal após o início da floração; as do tipo II, incluem as de hábito indeterminado, ramos eretos os quais saem dos nós inferiores do cau-

le principal, cobertura foliar compacta e com produção de nós sobre o caule principal depois do início da floração; as do tipo III, incluem as de hábito indeterminado, ramificadas, com algumas prostradas com ligeira ou nenhuma capacidade trepadora, e produção de nós sobre o caule principal depois do início da floração; e as do tipo IV incluem as de hábito indeterminado, moderada ou bastante capacidade trepadora e com a maior capacidade de produção de nós sobre o caule principal depois do início da floração, ramos menos desenvolvidos que o caule principal.

Existem várias características que podem ser utilizadas visando-se conhecer a eficiência fisiológica de uma planta (16, 48, 64, 70, 92, 93). Uma dessas é o índice de colheita, WALLACE & MUNGER (93) e DONALD & HAMBLIN (33). Esse índice refere-se a razão entre a matéria seca do órgão economicamente importante (produtividade econômica), no caso do feijão, os grãos, e a matéria seca total da planta (produtividade biológica).

O índice de colheita é influenciado tanto pelo genótipo como pelo ambiente. Diferença entre genótipos de feijão foi encontrada por diversos autores (4, 5, 9, 17, 49, 68, 82, 84 e 99). No que se refere ao efeito de fatores ambientais no índice de colheita, já foram constatadas diferenças em função da população, nível de adubação e sistema de plantio (13, 84, 99). No tocante a populações de plantas BRANDES (17) e THOMÉ (82) observaram que houve uma tendência do índice de colheita crescer com a redução da população de plantas, ou seja, na mais baixa densidade houve melhor aproveitamento da matéria seca na formação de sementes. Entre os fatores envolvidos na queda do índice de colheita em altas densidades destacam-se o perfil da luz dentro da cultura e o

estresse hídrico, sendo que o primeiro é mais importante, por haver interceptação total da luz mais cedo e maior competição por luz entre plantas, provocando redução dos componentes da produção de grãos, mesmo onde água e nutrientes não são limitantes.

Em Viçosa, Minas Gerais, VIEIRA et alii (84) observaram que os adubos aplicados afetaram o índice de colheita, principalmente o adubo nitrogenado. Com o aumento deste houve um acentuado crescimento vegetativo, sem o correspondente aumento na produção de sementes, diminuindo evidentemente o índice de colheita, enquanto que com o superfosfato simples, constataram que o índice de colheita foi maior quando se aplicou até 75 kg/ha de P_2O_5 . Entretanto, BERGER et alii (13) observaram o inverso. E SILVA (76) utilizando as cultivares Eriparsa, 'Rio Tibagi' e 'Carioca' de hábitos de crescimento tipos I, II e III, respectivamente, observaram respostas diferenciadas à adubação nitrogenada. ZIMMERMANN (98) comparando o índice de colheita obtido em monocultivo e consórcio, constatou que houve diferença entre os dois sistemas de plantio e que no monocultivo as plantas carregaram uma maior porção dos produtos fotoassimilados para os grãos do que no consórcio. Já COELHO (25) observou que a cultivar Ricopardo 896 apresentou maior índice de colheita em monocultivo do que em consórcio com o milho, enquanto 'Diacol calima' e 'Negrito 897' apresentaram comportamento oposto.

Interação genótipo x espaçamento entre fileiras para produção foi observada entre duas cultivares e foi atribuída a diferenças na arquitetura. As cultivares de feijão de porte arbustivo 'Redkote' e 'Redkloud' apresentaram a mesma produtividade no

espaçamento de 76 cm entre linhas mas a cultivar Redcloud produziu 25% a mais no espaçamento de 45 cm. O aumento na produtividade desta cultivar foi atribuído ao menor número de folhas e orientação vertical das folhas, BRAVO & WALLACE (18). Resultados semelhantes foram obtidos por KUENEMAN & WALLACE (48), onde observaram que os genótipos com um hábito de planta indeterminado apresentaram maior produtividade do que os tipos determinados quando submetidos a espaçamento entre linhas menores, principalmente porque ramificações foram suprimidas e os tipos indeterminados possuíam numerosas vagens na haste principal.

Melhorar a arquitetura das plantas tem sido o objetivo de alguns programas de melhoramento visando além de maior produtividade, facilitar os tratos culturais e atenuar os problemas da colheita. Uma planta ereta pode possibilitar a colheita mecânica, atenuar alguns problemas de doenças e até mesmo de pragas, COYNE (29). Com relação às enfermidades, tem sido constatado que o microclima na copa da planta afeta o desenvolvimento de doenças, porém pouca pesquisa tem sido conduzida a esse respeito. Em um trabalho realizado por BLAD et alii (15) comparando a estrutura da copa em relação ao desenvolvimento de microclima em cultivares de feijão, foi observado que a cultivar Great Northern Tara, com copa mais densa, conseqüentemente mais fresca e úmida, apresentou maior severidade de doenças enquanto a cultivar Aurora, com copa mais aberta (mais aquecido e mais seco), apresentou nível mais baixo de infecção de Sclerotinia sclerotiorum (mofo branco), apresentando conseqüentemente uma produtividade significativamente superior à da 'Great Northern Tara' sob severas condições de incidência de mofo

branco.

Plantas eretas com resistência ao acamamento foram obtidas em Michigan. Os dados obtidos com esses materiais avaliados após alguns anos mostraram que algumas delas superaram em produtividade os materiais em uso. Essas plantas se caracterizam por apresentarem 2 a 4 ramificações vigorosas orientadas verticalmente e separadas entre si por um ângulo agudo ($15-25^{\circ}$). A maior produtividade desse material foi associada a uma maior duração do período de enchimento de grãos de 13,3 dias enquanto nos demais materiais a duração foi de 5,7 a 7,0 dias, o que foi explicado pela maior habilidade dessas em prolongar a duração da fotossíntese, IZQUIERDO & HOSFIELD (46).

Resultados até certo ponto discordantes dos relatados anteriormente foram obtidos por NIEHNUIS & SINGH (55). Eles compararam materiais melhorados de diferentes hábitos de crescimento com algumas cultivares testemunhas, em três localidades da Colômbia e em quatro densidades de semeadura: 5, 13, 22 e 30 plantas por metro quadrado. Constataram que nenhuma das cultivares melhoradas para arquitetura superaram as cultivares tradicionais nos diferentes ambientes avaliados. Observaram também que as cultivares de hábito III foram sempre superiores as de hábito I e II. Comentaram que nas plantas de hábito III a continuação de crescimento vegetativo após o florescimento e desenvolvimento das vagens não competem adversamente em metabólito, não limitando assim o desenvolvimento reprodutivo. Discutem que em certas situações, para atenuar os problemas de colheita e reduzir a incidência de doenças, cultivares de hábito I e II podem ser almejadas em detrimento de um

maior potencial produtivo.

NIENHUIS & SINGH (55) comentaram também que o uso de características da arquitetura como critério de seleção para aumentar a produtividade deve ser considerado com cautela, haja vista que as características não são independentes e a seleção para uma delas pode provocar trocas na expressão de outras. Nesse contexto, deve ser salientado o comentário de EVANS (36) a respeito do pequeno sucesso obtido com o melhoramento para o ideótipo, o qual salientou que a produção de uma planta é resultado de uma cadeia de eventos, e que dificilmente a alteração de um ou alguns desses eventos irão provocar trocas que sejam benéficas para a produtividade como um todo. Argumentou o autor que a seleção de plantas baseada apenas na produtividade é mais eficiente porque só serão selecionados aqueles indivíduos cujo conjunto de caracteres possuam alguma vantagem que é expressa no caráter produtividade.

3. MATERIAL E MÉTODOS

3.1. Épocas e local de instalação dos experimentos

Foram realizados dois experimentos idênticos no Departamento de Biologia da Escola Superior de Agricultura de Lavras, sendo o primeiro com semeadura em julho de 1988 e o segundo em março de 1990.

O município de Lavras está situado na região fisiográfica do Sul de Minas Gerais, a 21°14' de latitude Sul e 45°00' de longitude Oeste de Greenwich, apresentando altitude de 920 metros (ANUÁRIO ESTATÍSTICO DE MINAS GERAIS, 6 e IBGE, 43). O clima da região enquadra-se na classificação de Wilhelm Koppen Cwb, OMETTO (57). As condições de precipitação e temperatura ocorridas durante a execução dos experimentos são apresentadas nas Figuras 1 e 2.

Ambos experimentos foram implantados em um Latossolo Roxo distrófico cuja análise química é apresentada na Tabela 1.

TABELA 1 - Análise química do solo da área experimental (*), Departamento de Biologia da Escola Superior de Agricultura de Lavras.

Características	Níveis
pH em água	5,2
Fósforo (ppm)	18,0
Potássio (ppm)	73,0
Cálcio (meq/100cc)	2,2
Magnésio (meq/100cc)	0,5
Alumínio (meq/100cc)	0,1
Hidrogênio + Alumínio (meq/100cc)	4,0
S - Soma de bases trocáveis (meq/100cc)	2,9
t - CTC efetiva (meq/100cc)	3,0
m - Saturação de Alumínio da CTC efetiva (%)	3,0
T - CTC a pH 7 (meq/100cc)	6,9
V - Saturação de bases da CTC a pH 7 (%)	42,0

(*) Análise realizada no Instituto de Química "John H. Wheelock" do Departamento de Ciência do Solo da Escola Superior de Agricultura de Lavras.

3.2. Cultivares

Foram utilizadas nove cultivares escolhidas em função do ciclo e hábito de crescimento (Tabela 2).

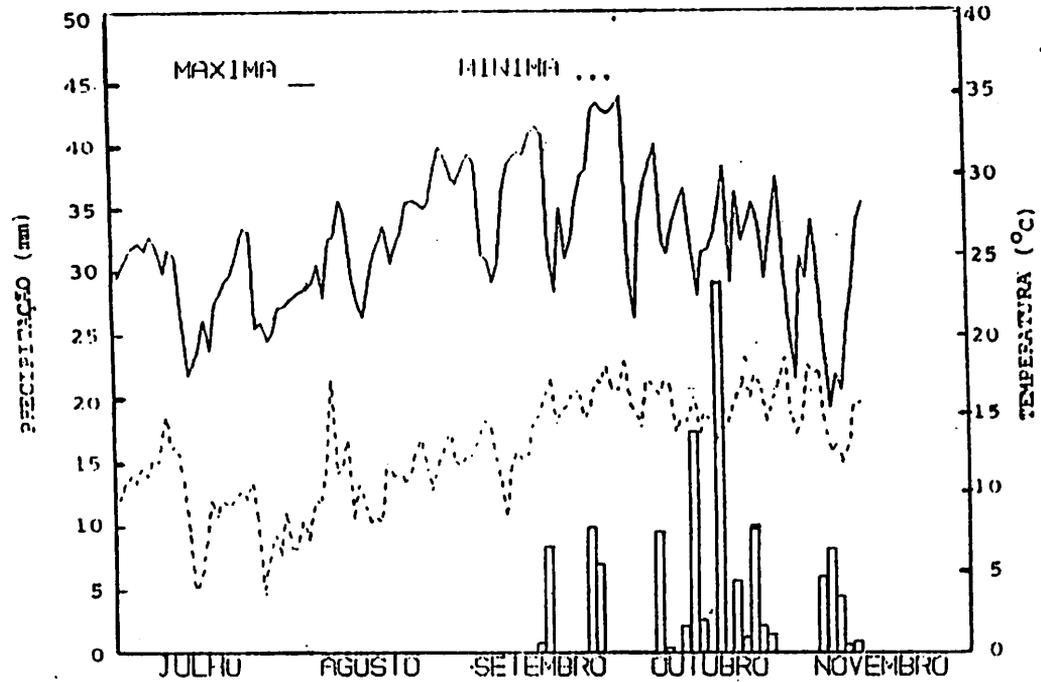


FIGURA 1 - Precipitação média de cada dois dias (em barra) e temperatura máxima e mínima diária, de julho a 11 de novembro de 1988.

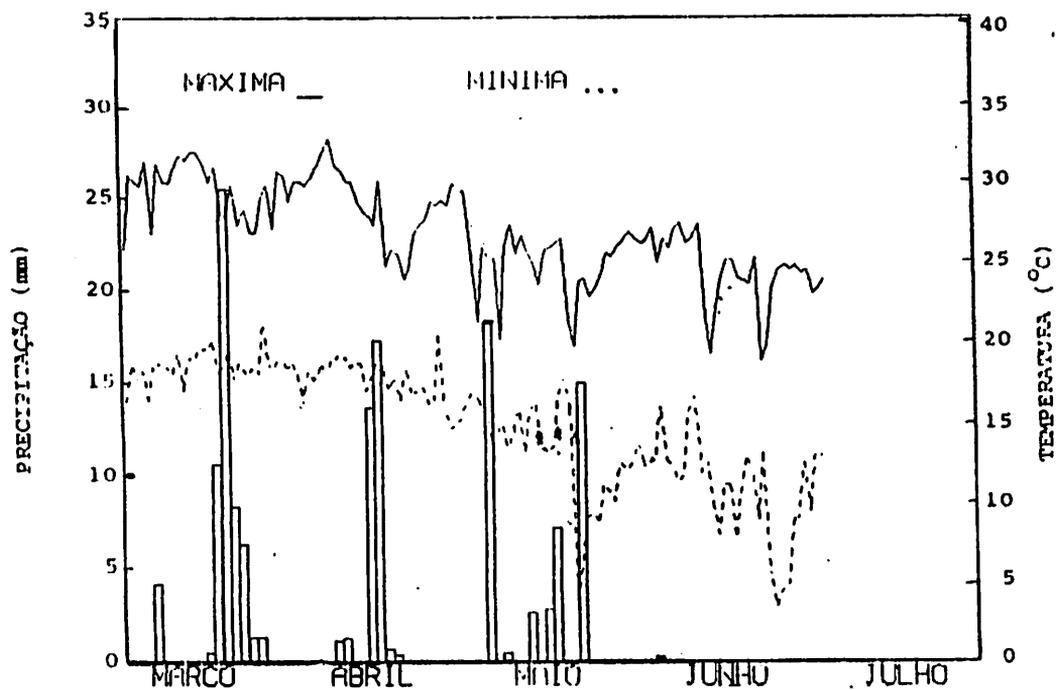


FIGURA 2 - Precipitação média de cada dois dias (em barra) e temperatura máxima e mínima diária, de março a 02 de julho de 1990.

TABELA 2 - Características das cultivares avaliadas

Cultivares	Ciclo (dias após semeadura)	Cor da semente	Hábito de crescimento (**)	Origem(*)
Eriparsa	60	Amarelo	Tipo I	EPAMIG
CNF 255	60	Amarelo	Tipo I	CNPAF
Preto 60 dias	60	Preto	Tipo I	PESAGRO
Milionário	90	Preto	Tipo II	UFV
ESAL 567	90	Creme c/ estrias marron escuro	Tipo II	ESAL
ESAL 565	90	Creme c/ estrias marron escuro	Tipo II	ESAL
Carioca	90	Creme c/ estrias marron	Tipo III	IAC
ESAL 506	90	Pardo, fosco	Tipo III	ESAL
ESAL 501	90	Creme c/ estrias marron, halo amar.	Tipo III	ESAL

- (*) EPAMIG - Empresa de Pesquisa Agropecuária de Minas Gerais
 CNPAF - Centro Nacional de Pesquisa de Arroz e Feijão
 PESAGRO - Empresa de Pesquisa Agropecuária do Estado do Rio de Janeiro
 UFRJ - Universidade Federal de Viçosa
 ESAL - Escola Superior de Agricultura de Lavras
 IAC - Instituto Agrônomo de Campinas.

(**) I - determinado; II - indeterminado de porte ereto; e III - indeterminado de porte semi-prostrado.

3.3. Delineamento experimental

O delineamento experimental utilizado foi de blocos casualizados, com três repetições segundo o esquema fatorial 9×2 sendo as nove cultivares e duas densidades de semeadura (10 e 20 plantas por metro linear). Cada parcela era constituída de quatro fileiras de cinco metros de comprimento espaçadas de 0,50m, sendo as duas linhas centrais utilizadas como área útil.

3.4. Condução dos experimentos

Na semeadura foram distribuídas 15 e 30 sementes por metro para as densidades de 10 e 20 plantas por metro linear, respectivamente. Dez dias após a emergência, desbastou-se para perfazer as populações desejadas de 200 e 400 mil plantas por hectare.

Para ambos os ensaios, foi efetuada adubação em sulco por ocasião da semeadura, usando o equivalente a 300 kg/ha da fórmula 4-14-8 de N, P_2O_5 e K_2O . Também misturado com este adubo, aplicou-se 10 kg/ha do inseticida granulado GRANUTOX. Aos vinte dias após a emergência das plantas foram aplicados mais 30 kg/ha de nitrogênio em cobertura.

Durante o ciclo da cultura foram realizadas irrigações complementares e tratamentos culturais nas épocas oportunas.

3.4.1. Dados obtidos

3.4.1.1. Percentagem de sobrevivência de plantas

Essa estimativa foi obtida dividindo o número de plantas no momento da colheita pelo número de plantas no momento do desbaste.

3.4.1.2. Número de dias para o florescimento

Anotou-se o número de dias decorridos da emergência ao momento em que 50% das plantas na parcela apresentavam pelo menos uma flor.

3.4.1.3. Número de flores e percentagem de vingamento floral

Foram obtidos apenas para o segundo experimento . Para isso foi utilizada a metodologia apresentada por IZQUIERDO & HOSFIELD (45). Os botões florais ou flores que não vingaram foram coletadas em receptáculo de tela que foi colocado em uma das fileiras úteis das parcelas. Esse receptáculo possuía, 1,3m de comprimento e 0,50m de largura. A partir do número de botões florais e flores coletadas no receptáculo e o número de vagens por planta obtido no momento da colheita foi estimado o número de flores. Dividindo o número de vagens pelo número de flores foi esti-

mada a percentagem de vingamento floral.

3.4.1.4. Componentes primários da produção

Utilizando as plantas situadas no receptáculo ano tou-se o número de plantas, de vagens, de sementes e o peso de sementes. Com esses dados foi possível estimar o número médio de vagens por planta, o número médio de sementes por vagem e o peso médio de 100 sementes.

3.4.1.5. Produção de grãos

A produção de grãos foi obtida em uma das linhas da área útil. O material foi seco a campo e determinada a umidade. Posteriormente obteve-se a produção de grãos por parcela a 13% de umidade, utilizando-se a expressão:

$$P \text{ Corrigido} = \frac{1 - \text{umidade dos grãos}}{0,87} \times \text{produção de grãos}$$

Onde:

P Corrigido: Produção de grãos corrigido

3.4.1.6. Índice de colheita (IC)

Para obtenção deste índice, definido por DONALD (31) e WALLACE & MUNGER (93) como a proporção do rendimento biológico que representa o rendimento agrícola, obteve-se o peso da ma-

téria seca das plantas (exceto raízes) e dos grãos, contidas no receptáculo. O índice de colheita, foi assim estimado pela expressão:

$$IC (\%) = \frac{\text{Peso da matéria seca dos grãos}}{\text{Peso da matéria seca das plantas (palha+grãos)}} \times 100$$

3.4.1.7. Altura de inserção da primeira vagem

Foi determinada considerando do nível do solo até o ponto de inserção da primeira vagem, em dez plantas tomadas ao acaso na parcela.

3.5. Análise dos dados

As características avaliadas nestes experimentos foram inicialmente submetidas a análise de variância, isoladamente, e posteriormente realizou-se a análise de variância conjunta, exceto número de flores e percentagem de vingamento floral, utilizando a metodologia semelhante a apresentada por STEEL & TORRIE (80) e GOMES (42). Para as características produção de grãos e percentagem de sobrevivência de plantas utilizou-se três repetições, enquanto os dados dos demais caracteres avaliados foram coletados em duas repetições.

Os dados referentes à percentagem de sobrevivência de plantas e percentagem de vingamento floral foram transformados

dos em arco seno, para a realização da análise de variância.

Para a análise de variância conjunta foram consideradas todas as fontes de variação como fixas exceto o efeito de blocos, adotando-se o seguinte modelo matemático:

$$Y_{iklj} = m + c_i + d_k + p_l + b_{j(1)} + (cd)_{ik} + (cp)_{il} + (dp)_{kl} + (cdp)_{ikl} + e_{(iklj)}$$

Onde:

- Y_{iklj} : observação relativa a cultivar i na densidade k na repetição j no experimento l .
- m : média geral
- c_i : é o efeito da cultivar i ; $i = 1, 2, \dots, 9$
- d_k : é o efeito da densidade k ; $k = 1, 2$
- p_l : é o efeito do experimento l ; $l = 1, 2$
- $b_{j(1)}$: é o efeito do bloco j dentro do experimento l
- $(cd)_{ik}$: é o efeito da interação da cultivar i com a densidade k
- $(cp)_{il}$: é o efeito da interação da cultivar i com o experimento l
- $(dp)_{kl}$: é o efeito da interação da densidade k com o experimento l
- $(cdp)_{ikl}$: é o efeito da interação da cultivar i com a densidade k com o experimento l
- $e_{(iklj)}$: é o efeito do erro experimental médio.

A comparação entre médias dos tratamentos, quando detectadas diferenças significativas entre as mesmas pelo teste F , foi feita utilizando-se o Teste de Duncan, ao nível de 5% de probabilidade.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resumos das análises de variância, para cada época, das diferentes características avaliadas estão apresentados nas Tabelas A1, A2, A3 e A4. Constata-se que o teste F foi significativo para o efeito de cultivares para todas as características, exceto para o índice de colheita do experimento realizado no inverno de 1988. Já a fonte de variação densidade só apresentou significância, para o número de vagens por planta e número de sementes por vagem. A interação cultivar x densidade foi significativa para o caráter inserção da primeira vagem na semeadura do inverno. Constatou-se também que o coeficiente de variação dos experimentos (CV) variou de 6,05% para o peso de 100 sementes no inverno de 1988 a 26,11% para o caráter produção média de flores no experimento da seca de 1990.

Nas análises de variância conjuntas observou-se que as fontes de variação cultivares e épocas foram significativas para todos os caracteres (Tabelas 3 e 4). O efeito de densidade apresentou teste F altamente significativo para todas as características exceto para produção de grãos e peso de 100 sementes. Com re

lação as interações, constatou-se significância para densidade x época para o número de vagens por planta, altura de inserção da primeira vagem e percentagem de sobrevivência. Já a interação cultivares x épocas foi significativa para o número de vagens por planta, produtividade de grãos e sobrevivência de plantas. No que se refere a interação cultivar x densidade o teste F não apresentou significância para as características avaliadas. Observou-se também que os coeficientes de variação (CV) para as características avaliadas na análise conjunta dos experimentos, indicaram uma boa precisão apresentando uma variação de 9,54% para o número de sementes por vagem a 22,07% para o caráter produção de grãos em kg/ha (Tabelas 3 e 4).

As épocas em que foram conduzidos os experimentos são bem distintas no que se refere às condições climáticas (Figuras 1 e 2). A primeira semeadura foi realizada em julho de 1988, considerado o plantio de inverno. Nessa condição os fatores limitantes são: a não ocorrência de precipitação e as baixas temperaturas no início do ciclo. No que se refere a precipitação não houve problema uma vez que a cultura foi irrigada. Porém no que tange a temperatura, verificou-se um atraso na emergência das plântulas, retardando com isso o início do florescimento, e consequentemente o ciclo da cultura foi prolongado (Tabela 5). Estes resultados estão de acordo com os normalmente comentados na literatura, isto é, que o número de dias para o florescimento é um caráter muito influenciado pela temperatura (10, 28 e 58). Em condições normais de temperatura a emergência do feijoeiro ocorre com quatro a seis dias após a semeadura FERNANDEZ et alii (40) e VIEI-

TABELA 3 - Resumo das análises de variância conjunta do número de vagens por planta, número de sementes por vagem, peso de 100 sementes (g), índice de colheita (%) e altura de inserção da primeira vagem (cm) dos experimentos conduzidos no inverno de 1988 e na seca de 1990.

Quadrados Médios						
F.V.	G.L.	Nº de vagens por planta	Nº de sementes por vagem	Peso de 100 sementes (g)	Índice de colheita (%)	Altura de inserção 1ª vagem (cm)
Repetição	2	6,01*	0,62*	11,26	25,07	2,24
Cultivares (C)	8	13,59**	4,97**	504,82**	64,78**	31,39**
Densidades (D)	1	230,66**	2,04**	0,06	153,12**	28,61**
C x D	8	2,06	0,22	2,17	17,44	1,62
Época (E)	1	217,81**	8,95**	702,12**	4035,01**	664,00**
C x E	8	4,47*	0,06	11,60	44,64	6,34
D x E	1	19,77**	0,02	6,75	78,12	15,78*
C x D x E	8	1,49	0,10	5,10	14,25	10,73**
Erro médio	34	1,48	0,13	5,89	19,77	3,30
Média		6,26	4,19	23,28	44,43	16,07
C.V. %		19,85	9,54	10,79	10,19	11,33

* ** Teste F significativo ao nível de 5% e 1% de probabilidade, respectivamente.

TABELA 4 - Resumo das análises de variância conjunta da percentagem de sobrevivência de plantas e produção de grãos em kg/ha, referentes aos experimentos conduzidos no inverno de 1988 e na seca de 1990.

F.V.	G.L.	Quadrados médios	
		% de sobrevivência de plantas	Produção de grãos (kg/ha)
Repetição	4	41,01	1017528,71**
Cultivares (C)	8	376,79**	1001538,71**
Densidades (D)	1	1031,48**	105969,34
C x D	8	70,01	130938,68
Época (E)	1	5655,78**	71640162,23**
C x E	8	198,40**	892281,86**
D x E	1	435,19**	121136,01
C x D x E	8	62,42	244062,01
Erro médio	68	46,10	124589,39
Média		72,80	1828,14
C.V. %		9,64	22,07

*, ** Teste F significativo ao nível de 5% e 1% de probabilidade respectivamente.

RA (88), ao passo que nesse caso ela demorou cerca de 15 dias. O efeito da baixa temperatura na emergência do feijoeiro nas condições do Sul de Minas Gerais foi observado também por VON PINHO et alii (90) que constataram atraso na emergência principalmente quando a sementeira foi mais profunda.

TABELA 5 - Número de dias para a emergência, floração e ciclo, das nove cultivares de feijão. Lavras, inverno de 1988 e seca de 1990.

Cultivares	Época de semeadura					
	Inverno de 1988			"Seca" de 1990		
	Número de dias			Número de dias		
	Emergência	Floração*	Ciclo**	Emergência	Floração*	Ciclo**
Preto 60 dias	16	34	78	6	28	75
Eriparsa	14	36	80	6	28	75
CNF 255	15	35	79	6	25	75
ESAL 565	15	45	87	6	35	91
ESAL 506	14	46	90	6	35	86
ESAL 501	15	46	95	6	35	86
Carioca	16	48	94	6	36	90
ESAL 567	14	46	97	6	35	93
Milionário	14	46	99	6	36	95

* Floração: número de dias da emergência a floração média (50% das plantas com pelo menos uma flor).

** Ciclo: número de dias da emergência a maturação (90% de vagens secas).

O ciclo dos materiais na semeadura de inverno, como já foi mencionado, foi maior do que o normalmente observado nos plantios em outras épocas. Estes resultados estão coerentes com os observados por alguns autores (7, 21, 22 e 85). Como por exemplo, as cultivares Eriparsa e 'Preto 60 dias' cujo ciclo é normalmente em torno de 60 dias, foi de, aproximadamente, 79 dias. Já a 'Carioca' prolongou o seu ciclo por cerca de 4 dias em relação ao que normalmente é observado, conforme BARROS (11). Este fato tem sido constatado com relativa frequência na avaliação de cultivares e/ou progênies conduzidas no Sul de Minas Gerais nessa época, SANTOS & RAMALHO (72).

A semeadura do denominado "feijão das secas" é realizada principalmente durante o mês de fevereiro. Nessa condição a única limitação climática é a insuficiência de precipitação em certos períodos. No presente caso a implantação foi no final do mês de março, aumentando com isto o risco de insucesso com a cultura, devido as adversidades climáticas, KRANZ et alii (47). Constatou-se que a emergência foi bem mais rápida do que a do experimento do inverno. Contudo, houve o prolongamento do ciclo (Tabela 5) que atingiu níveis próximos ao da semeadura de inverno, devido a ocorrência de baixas temperaturas no período de florescimento e principalmente do enchimento de grãos.

Essas diferenças marcantes nas duas épocas repercutiram em várias características das plantas, além do ciclo. Observa-se por exemplo, que na semeadura do inverno a produtividade média, foi cerca de 160,7% superior a obtida nas secas (Tabela 6). Isso decorreu porque nesse período as plantas apresentaram um me -

lhor desempenho em todos os três componentes primários da produção, isto é, número de vagens por planta, número de sementes por vagem e peso de 100 sementes (Tabela 7).

TABELA 6 - Produção média de grãos, em kg/ha, das cultivares avaliadas no inverno de 1988 e seca de 1990.

Cultivares	Inverno/88	Seca/90	Média
Milionário	3.400,0 A*	972,0 AB	2.186,0 AB
ESAL 506	3.233,3 A	1.230,5 A	2.231,9 A
ESAL 501	3.046,7 AB	813,2 B	1.929,9 ABCD
ESAL 567	2.946,7 AB	1.018,7 AB	1.982,7 ABC
ESAL 565	2.560,0 BC	1.165,5 A	1.862,7 BCD
Carioca	2.493,3 BC	966,3 AB	1.729,8 CDE
Preto 60 dias	2.056,7 C	1.106,8 A	1.581,7 DE
Eriparsa	2.040,0 C	1.109,7 A	1.574,8 DE
CNF 255	2.006,7 C	740,5 B	1.373,6 E
Média	2.642,6	1.013,7	1.828,1
C.V. %	16,95	21,74	22,17

* Numa mesma coluna as médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si pelo teste de Duncan a 5% de probabilidade.

Como já foi enfatizado, no experimento "das secas" ocorreram temperaturas baixas após o florescimento. Essas temperaturas em certos casos foram inferiores a 10°C (Figura 2) e nessa condição a eficiência fotossintética é reduzida, como tem sido comentado por alguns autores (37, 40 e 63). Em consequência

foi verificado um menor número de vagens por planta, sementes por vagem e sobretudo as sementes foram pouco desenvolvidas, visto que, o peso médio de 100 sementes, em todas as cultivares, foi abaixo do que é normalmente constatado na literatura para esses materiais, BARROS (11).

As condições climáticas prevaletentes no segundo experimento contribuíram também para uma maior ocorrência de oídio (Erysiphe polygoni) e mancha angular (Isariopsis griseola). De maneira geral, tem sido observado na literatura que as condições adversas ao desenvolvimento do feijoeiro, tais como baixa temperatura e falta de umidade do solo, favorecem a incidência de oídio (73, 95, 97 e 98). No caso da mancha angular, temperatura mínima de 16°C e máxima de 29°C com ótimo de 24°C, são requisitos primordiais para que a infecção ocorra e a doença desenvolva-se rapidamente (19, 20, 74, 75 e 87).

Há de se mencionar que no segundo experimento houve também problemas de fungo de solo e um ligeiro ataque de lagarta elasma (Elasmopalpus lignosellus). Como consequência a sobrevivência das plantas nesse experimento foi menor que a verificada na semeadura do inverno (Tabela 9).

A maior eficiência das plantas no plantio realizado no inverno foi comprovada através da estimativa do índice de colheita. Observa-se que nessa época, em média, 51,9% da matéria seca da parte aérea das plantas foi acumulada nos grãos, ao passo que no período da seca esse valor foi de apenas 36,9% (Tabela 8).

TABELA 7 - Resultados médios do número de vagens por planta, número de sementes por vagem e peso de 100 sementes (g), referentes aos experimentos conduzidos no inverno de 1988 e na seca de 1990.

Cultivares	Número de vagens/planta			Número de sementes/vagem			Peso de 100 sementes		
	Inverno/88	Seca/90	Média	Inverno/88	Seca/90	Média	Inverno/88	Seca/90	Média
ESAL 501	9,3 A*	3,3 C	6,3 AB	4,8 B	4,0 B	4,4 A	21,8 C	13,7 C	17,8 CDE
ESAL 565	9,2 A	6,2 AB	7,7 A	4,8 B	4,2 B	4,5 A	22,4 C	15,2 C	18,8 CDE
Milionário	9,0 A	3,4 C	6,2 B	5,4 A	4,5 AB	5,0 A	19,2 D	13,0 C	16,1 E
Carioca	8,8 AB	6,0 AB	7,4 AB	4,9 AB	4,1 B	4,5 A	23,0 C	15,1 C	19,1 CD
ESAL 506	8,7 AB	5,1 B	6,9 AB	5,4 A	4,9 A	5,1 A	23,4 C	16,9 C	20,2 C
ESAL 567	8,5 ABC	6,9 A	7,7 A	5,1 AB	4,2 B	4,7 A	21,8 C	11,9 C	16,8 DE
Eriparsa	6,6 BCD	2,9 C	4,7 C	3,6 CD	2,7 C	3,1 B	32,0 B	29,7 B	30,8 B
CNF 255	6,5 CD	3,1 C	4,8 C	3,2 D	2,8 C	3,0 B	37,7 A	34,5 A	36,1 A
Preto 60 dias	5,4 D	3,6 C	4,5 C	3,8 C	3,1 C	3,4 B	36,3 A	31,4 AB	33,8 A
Média	8,0	4,5	6,3	4,5	3,8	4,2	26,4	20,2	23,3
C.V. %	17,3	22,5	19,8	7,5	10,2	9,5	6,0	15,1	10,8

* Numa mesma coluna as médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si pelo teste de Duncan a 5% de probabilidade.

TABELA 8 - Resultados médios do índice de colheita (%) e altura de inserção da primeira vagem (cm) dos experimentos conduzidos no inverno de 1988 e na seca de 1990.

Cultivares	Índice de colheita (%)			Altura de inserção da 1ª vagem		
	Inverno/88	Seca/90	Média	Inverno/88	Seca/90	Média
Preto 60 dias	50,2	42,7 A*	46,5 A	17,5 A	22,5 A	20,0 A
Eriparsa	52,0	40,7 AB	46,4 A	13,5 BC	20,0 ABC	16,7 BC
CNF 255	49,7	40,5 AB	45,1 AB	13,8 B	22,1 AB	18,0 B
ESAL 506	55,2	40,0 AB	47,6 A	12,1 BC	18,6 BCD	15,4 CD
ESAL 565	54,7	38,7 AB	46,7 A	11,2 C	18,0 CD	14,6 D
ESAL 567	52,2	35,7 ABC	44,0 ABC	12,1 BC	17,9 CD	15,0 CD
Milionário	52,5	34,0 ABC	43,2 ABC	11,8 BC	15,5 D	13,6 D
Carioca	50,5	31,7 BC	41,1 BC	12,9 BC	16,3 D	14,6 D
ESAL 501	50,0	28,2 C	39,1 C	12,4 BC	20,9 ABC	16,7 BC
Média	51,9	36,9	44,4	13,0	19,1	16,1
C.V. %	6,3	14,5	10,2	10,2	11,5	11,3

* Numa mesma coluna as médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si pelo teste de Duncan a 5% de probabilidade.

Com relação ao efeito de densidade de sementeira, verificou-se que não houve aumento significativo da produtividade de grãos para a maior densidade (Tabela 9). FERNANDES (38), de um levantamento envolvendo 41 trabalhos, cujas populações variaram de 40 mil a 2 milhões de plantas por hectare, observou que em apenas 24,3% dos trabalhos foi verificado o efeito de densidades, sendo que só ocorreu quando se avaliou nas populações extremas.

A não resposta da produtividade de grãos ao aumento no número de plantas por área é devido à compensação dos componentes primários da produção. Isso é, nas menores densidades, as plantas produzem mais vagens e com maior número de sementes e mais pesadas, como tem sido observado em várias citações (3, 4, 17, 26, 27, 34, 35, 39, 55, 59, 69 e 83). Neste trabalho constatou-se mais uma vez esse fato, especialmente para o número de vagens por planta, que com 10 plantas por metro linear foi quase o dobro do observado com 20 plantas por metro linear (Tabela 9).

No experimento realizado na segunda época foi avaliado o número de flores e vingamento floral. Constatou-se que a densidade afetou essas duas características e pode ser inferido que a competição entre plantas na maior densidade contribuiu para reduzir o número de flores por planta e também o vingamento floral (Tabela 9). Observou-se (Tabela 10) que independente da cultivar, a produção média de flores por planta foi superior na menor densidade, ou seja, a produção média de flores por planta na população de 200 mil plantas por hectare foi 60% superior a da população de 400 mil plantas por hectare. Quanto a percentagem de

TABELA 9 - Resultados médios do número de vagens por planta, número de sementes por vagem, peso de 100 sementes (g), índice de colheita (%), produção de grãos em kg/ha, percentagem de sobrevivência de plantas, produção de flores por planta, percentagem de vingamento floral por planta e altura de inserção da primeira vagem (cm), nas densidades de 10 e 20 plantas por metro linear nos ensaios conduzidos no inverno de 1988 e na seca de 1990.

Características	Épocas de sementeira					
	Inverno de 1988			Seca de 1990		
	Densidade (plantas/m linear)			Densidade (plantas/m linear)		
	10	20	Média	10	20	Média
Número de vagens por planta	10,3	5,7	8,0	5,8	3,3	4,5
Número de sementes por vagem	4,7	4,4	4,5	4,0	3,7	3,8
Peso de 100 sementes (g)	26,1	26,7	26,4	20,5	19,8	20,1
Índice de colheita (%)	52,3	51,5	51,9	39,4	34,4	36,9
Produção de grãos (kg/ha)	2577,8	2707,4	2642,6	1015,9	1011,5	1013,7
Sobrevivência de plantas (%)	81,1	78,4	79,7	70,7	60,5	65,6
Produção de flores/planta*	-	-	-	28,3	17,7	23,0
% de vingamento floral/planta*	-	-	-	27,9	25,7	26,8
Altura de inserção da 1ª vagem	12,9	13,2	13,0	18,0	20,2	19,1

* Estas duas características só foram avaliadas no experimento da seca de 1990.

vingamento floral, constatou-se que as cultivares de hábito de crescimento tipo III apresentaram a menor média (24,6%), porém a percentagem média de vingamento floral para as nove cultivares avaliadas foi baixa (27%) (Tabela 10). Contudo, este resultado está dentro da amplitude de variação desta característica normalmente relatada na literatura (14, 54, 60, 66, 79, 81).

Foi constatado também que na maior densidade a sobrevivência foi ligeiramente menor, ou seja, na maior densidade, provavelmente houve uma competição mais acentuada o que deve ter contribuído para uma maior mortalidade das plantas após a emergência. O mesmo foi observado por SANTA CECÍLIA et alii (71).

Observou-se também que na maior população de plantas ocorreram aumentos na altura de inserção da primeira vagem na ordem de 2,5% a 12,2% para a primeira e segunda época, respectivamente (Tabela 9). Essa é uma situação desejável por evitar o contato direto das vagens com o solo e também por contribuir para reduzir as perdas no caso de colheita mecânica. Essa correlação positiva da altura de inserção da primeira vagem com o número de plantas por área foi também verificada por VILLAMIL LUCAS (89).

Ressalta-se que a diferença de altura de inserção da primeira vagem entre as duas épocas provavelmente está associada com as condições desfavoráveis em termo de temperatura ocorrida na segunda época, especialmente por ocasião do florescimento, o que deve ter provocado aborto das primeiras flores que surgiram. Por esta razão, o número de vagens por planta foi baixo na segunda época, uma vez que tem sido relatado na literatura que são exatamente as primeiras flores - as que estão na parte inferior da

TABELA 10 - Resultados médios para percentagem de sobrevivência de plantas, número de flores por planta, percentagem de vingamento floral por planta, número de vagens por planta e produção de grãos em kg/ha do experimento conduzido na seca de 1990.

Cultivares	Plantas/ m linear (nº)	% sobrevi vência de plantas	Nº Médio flores/ planta	Vingamento floral (%)	Nº vagens por planta	Produção de grãos (kg/ha)
ESAL 506	10	65,8	27,9	29,3	6,8	1219,0
	20	67,2	16,8	26,3	3,4	1242,0
ESAL 565	10	77,2	31,5	29,0	7,2	1336,7
	20	60,8	23,2	28,3	5,2	994,3
Eriparsa	10	72,1	19,3	27,1	4,0	1098,7
	20	57,8	14,5	20,6	1,7	1120,7
Preto 60 dias	10	75,0	15,8	33,8	4,9	1107,0
	20	62,3	9,1	29,8	2,3	1106,7
ESAL 567	10	76,0	49,4	28,5	9,2	1048,7
	20	68,7	24,5	25,6	4,6	988,7
Milionário	10	76,6	19,3	28,5	4,0	797,3
	20	78,6	10,1	31,8	2,8	1146,7
Carioca	10	54,8	43,1	24,8	7,4	948,3
	20	39,0	32,5	21,8	4,6	984,3
ESAL 501	10	71,9	29,0	22,6	4,5	762,3
	20	60,3	14,7	23,0	2,2	864,0
CNF 255	10	66,5	19,4	26,4	3,9	824,7
	20	49,3	13,9	24,3	2,4	656,3
Média	10	70,7	28,3	27,8	5,8	1015,8
	20	60,5	17,7	25,7	3,3	1011,5

planta - que apresentam maior vingamento floral (54, 66, 79). Há de se ressaltar que com a maior densidade, apesar da inserção das vagens ser superior, as plantas tendem a estiolar e consequentemente acamam mais facilmente. Considerando que alta densidade é um fator a contribuir para uma inserção mais alta das vagens, os melhoristas deveriam avaliar as suas progênies nas maiores densidades, visando identificar aquelas que apresentassem ao mesmo tempo, alta inserção e pequeno acamamento.

Na maior densidade foi menor o índice de colheita (Tabela 9). BRANDES et alii (17) e THOMÉ (82) observaram o mesmo fato, e comentaram que na menor densidade houve melhor aproveitamento da matéria seca assimilada na formação de grãos. Salientaram que o fator mais importante na queda do índice de colheita nas maiores densidades é a competição em luz, principalmente, devido a maior interceptação total da luz na parte superior da planta, provocando a redução dos componentes primários da produção de grãos. Um argumento a favor dessa observação é que o índice de colheita no cultivo do feijão consorciado com milho em relação ao do monocultivo é menor, ZIMMERMANN (99).

As cultivares utilizadas diferiram em todas as características avaliadas como já foi mencionado (Tabela 3). Considerando que os materiais foram escolhidos em função de diferirem em ciclo e hábito de crescimento (Tabela 2) esse resultado era esperado.

Considerando a produtividade média de grãos, independente da época de semeadura, observa-se na Tabela 6, que as cultivares com melhor desempenho foram 'ESAL 506', 'Milionário', 'ESAL

501' e 'ESAL 567'. Esses quatro materiais produziram em média, 20% acima da cultivar Carioca, a mais plantada no Estado. Dessas cultivares duas possuem hábito de crescimento do tipo III ('ESAL 506' e 'ESAL 501') e duas do tipo II ('Milionário' e 'ESAL 567'). A cultivar ESAL 506, como já realçado em outros trabalhos, possui grande potencial produtivo (ARAÚJO et alii, 8 e RAMALHO & SANTOS, 67). O mesmo fato já foi observado para a cultivar Milionário, que inclusive é o principal material de grãos preto em recomendação para o Estado de Minas Gerais (8, 22 e 86). A cultivar ESAL 501 também tem demonstrado excelente desempenho em outros experimentos, PEREIRA REIS et alii (61) e RAMALHO & SANTOS (67).

As cultivares precoces, de hábito de crescimento I. 'Preto 60 dias', 'Eriparsa' e 'CNF 255' foram as menos produtivas. Há de se ressaltar contudo, que na segunda época de semeadura pelo fato de serem precoces, até certo ponto devem ter sofrido menos efeitos das temperaturas baixas no final do ciclo, já que especialmente a 'Eriparsa' e 'Preto 60 dias', estiveram entre os materiais mais produtivos nessa época. Assim quando por qualquer razão haja atraso na semeadura do feijão da seca, seria aconselhável a utilização de um material precoce.

No primeiro experimento, quando as condições foram mais favoráveis, não houve diferença entre as cultivares para o índice de colheita (Tabela A1) e como já foi salientado, a eficiência da planta para a produção de grãos foi maior, isto é, ela produziu proporcionalmente maior quantidade de grãos do que de partes vegetativas. Já na semeadura da "seca", houve diferença entre as cultivares (Tabela A3). Os materiais precoces 'Eriparsa', 'Pre

to 60 dias' e 'CNF 255' estiveram entre os mais eficientes no que se refere ao índice de colheita (Tabela 8). Também como já foi comentado, as condições de temperatura durante o florescimento e especialmente, o enchimento de grãos, foi menos prejudicial para essas cultivares, daí a maior produção de grãos em relação a matéria seca total.

Em vários trabalhos tem sido verificada diferença entre as cultivares, no que se refere ao índice de colheita. WALLACE et alii (94) citam trabalhos obtidos em Cornell onde foram avaliadas sete cultivares com índice de colheita variando de 57 a 64%. Observaram naquela oportunidade que as cultivares de maior produtividade foram as que apresentaram maior índice de colheita. Os índices de colheita citados por WALLACE et alii (94), são mais altos do que os obtidos neste trabalho. Eles, entretanto apenas consideraram, nos rendimentos biológicos, os caules, as vagens vazias e os grãos, enquanto no presente trabalho foram consideradas também as folhas, inclusive as que caíram no decorrer do desenvolvimento da cultura, através do receptáculo de tela sugerido por IZQUIERDO & HOSFIELD (45) utilizado para avaliar o florescimento.

Provavelmente, o primeiro trabalho em que se procurou relacionar a produção de matéria seca e o peso dos grãos no Brasil foi realizado por ARRUDA (9). Ele encontrou um coeficiente de regressão (b) entre o peso das plantas (haste e folhas) e o peso seco das sementes de 0,34. Embora, ele não apresente o índice de colheita, o resultado médio obtido para as nove cultivares avaliadas, foi de 30%. Em trabalhos conduzidos em Viçosa, VIEIRA et alii (84) observaram índices de colheita variando de 29,9% para a

cultivar Carioca a 56,5% para a '37-R', e observaram que os adubos aplicados afetaram o índice de colheita principalmente o adubo nitrogenado, ou seja, com o aumento deste houve um acentuado crescimento vegetativo, sem o correspondente incremento da produção. Entretanto, SILVA et alii (77) observaram que a cultivar 'Carioca', tipo III, mostrou-se mais eficiente em utilizar o nitrogênio, porém menos responsiva, sendo que o contrário ocorreu com a 'Rio Tiabagi', tipo II, na qual o efeito foi linear. A 'Eriparsa', tipo I, não respondeu à adubação nitrogenada. Como se constata os índices de colheita variam em função da cultivar utilizada e da condição ambiental, o que concorda com os resultados observados no presente trabalho.

Observou-se que a interação cultivares x épocas de plantio foi significativa para as características: número de vagens por planta ($P < 0,05$), percentagem de sobrevivência de plantas ($P < 0,01$) e produção de grãos ($P < 0,01$). Este efeito já era esperado visto que, como já foi enfocado anteriormente, as épocas em que foram conduzidos os experimentos apresentaram acentuadas diferenças nas condições climáticas, além da utilização de cultivares diferindo em ciclo e hábitos de crescimento. Constatou-se por exemplo, que as cultivares de hábito determinado tipo I, na semeadura de julho foram as menos produtivas. Contudo, na segunda época (plantio das secas) provavelmente por serem mais precoces sofreram menos os efeitos das baixas temperaturas no final do ciclo, sendo que os materiais 'Preto 60 dias' e 'Eriparsa' estiveram entre os mais produtivos nessa época.

Com relação a interação densidades x épocas de plantio houve efeito altamente significativo ($P < 0,01$) para o número de vagens por planta e percentagem de sobrevivência das plantas, e significativo ($P < 0,05$) para altura de inserção da primeira vagem. Esta interação evidencia os efeitos dos fatores ambientais já mencionados.

Constatou-se na análise de variância conjunta (Tabelas 3 e 4) que a interação cultivares x densidades não apresentou efeito significativo para todas características avaliadas. Isto evidencia que as cultivares apresentaram comportamento semelhantes nas duas densidades. Há de se ressaltar contudo, que considerando a média das duas épocas para a produção de sementes houve resposta positiva ao aumento da densidade de 10 para 20 plantas por metro linear para as cultivares de hábito de crescimento determinado do tipo I ('Preto 60 dias', 'Eriparsa' e 'CNF 255') (Tabela 11). Observa-se que essas cultivares apresentaram produtividade média na maior densidade, 21% superior. A mesma tendência foi observada para as cultivares do tipo II, exceto para a 'ESAL 567'. Contudo, o benefício advindo do maior número de plantas nesse caso foi menos acentuado. Já para as cultivares do tipo III ('ESAL 501', 'ESAL 506' e 'Carioca') ocorreu o contrário.

O efeito da interação cultivares x densidades tem sido enfoque de alguns trabalhos (1, 30, 35, 44, 49, 50, 52, 53, 55, 78 e 96). De um modo geral os resultados relatados mostram que as cultivares de hábito determinado respondem melhor ao aumento de densidade. Contudo, conforme salientam NIENHUIS & SINGH (55) o maior potencial produtivo é observado para as cultivares do tipo

TABELA 11 - Resultados médios do número de vagens por planta, número de sementes por vagem, peso de 100 sementes (g), índice de colheita (%), altura de inserção da primeira vagem (cm), percentagem de sobrevivência de plantas e produção de grãos em kg/ha obtidos pelas nove cultivares nas densidades de 10 e 20 plantas por metro linear nos dois ensaios.

Cultivares	Vagens/ planta (nº)		Sementes/ vagem (nº)		Peso 100 grãos (g)		Índice de colheita (%)		Inserção 1ª vagem (cm)		Sobrevivência de plantas (%)		Produção de grãos (kg/ha)	
	10pl/m	20pl/m	10pl/m	20pl/m	10pl/m	20pl/m	10pl/m	20pl/m	10pl/m	20pl/m	10pl/m	20pl/m	10pl/m	20pl/m
Preto 60 dias	5,6	3,4	3,5	3,3	34,0	33,7	48,5	44,5	18,8	21,2	78,7	70,1	1426,8	1736,7
Eriparsa	6,0	3,4	3,3	2,9	30,5	31,2	50,0	42,7	15,6	17,8	71,5	64,0	1429,3	1720,3
CNF 255	6,4	3,2	3,2	2,8	36,4	35,8	46,7	43,5	17,6	18,3	74,0	66,4	1332,3	1414,8
Milionário	7,8	4,6	5,0	4,9	16,2	16,0	43,7	42,7	13,5	13,8	80,4	79,1	2072,0	2300,0
ESAL 567	10,1	5,3	4,9	4,4	17,5	16,2	43,2	44,7	14,2	15,8	78,7	76,5	1991,0	1974,3
ESAL 565	9,6	5,8	5,0	4,0	17,6	19,9	48,0	45,5	14,5	14,7	78,4	71,8	1795,0	1930,5
Carioca	9,4	5,4	4,5	4,5	19,3	18,8	47,7	37,5	14,1	15,0	69,1	53,4	1747,5	1712,2
ESAL 506	9,6	4,3	5,1	5,2	20,5	19,9	47,7	47,5	14,2	16,6	75,0	75,7	2276,2	2187,7
ESAL 501	7,9	4,8	4,6	4,2	17,8	17,7	40,2	38,0	16,4	17,0	77,1	70,4	2101,2	1758,7
Média	8,0	4,5	4,4	4,0	23,3	23,2	45,9	43,0	15,4	16,7	76,0	69,7	1796,8	1859,5

III, especialmente nas menores densidades, onde apresentam crescimento mais acentuado compensando em termos de produtividades.

Os programas de melhoramento normalmente não são direcionados visando a seleção de plantas em condição de suportar maior densidade de semeadura. Esse critério deveria ser uma estratégia dos melhoristas visando o aumento de produtividade do feijoeiro e é provavelmente por esta razão que as plantas de hábito indeterminado e eretas não responderam ao aumento da densidade de semeadura na amplitude esperada.

5. CONCLUSÕES

1. Não se constatou interação significativa cultivar x densidade e densidade x época de semeadura para a produtividade de grãos, embora houvesse tendência das cultivares com hábito de crescimento I e II responderem ao aumento da densidade de semeadura.
2. A maior densidade de semeadura não contribuiu para o aumento de produtividade devido ter se observado na menor densidade maior número de vagens por planta e de sementes por vagem o que compensou em termos de produtividade o menor número de plantas por área. Porém na maior densidade foi constatada maior altura de inserção de vagens.
3. O índice de colheita foi maior nas menores densidades e na semeadura de inverno. O desempenho das diferentes cultivares para essa característica foi diferente porém independente da densidade de semeadura.
4. A produtividade média de grãos na semeadura do inverno de 1988 foi 160,7% superior a obtida na seca de 1990. E constatou-se que na média das duas épocas de semeaduras as cultivares 'ESAL

506', 'Milionário', 'ESAL 567' e 'ESAL 501' obtiveram melhor desempenho e produziram em média 20% acima da cultivar Carioca.

6. RESUMO

Com a finalidade de verificar se o índice de colheita é influenciado pelas cultivares e densidades de semeadura, bem como se o efeito da densidade é dependente da época de semeadura, nove cultivares ('Preto 60 dias', 'Eriparsa', 'CNF 255', 'Millionário', 'ESAL 567', 'ESAL 565', 'Carioca', 'ESAL 506' e 'ESAL 501'), diferindo em ciclo e hábito de crescimento foram avaliadas nas densidades de 10 e 20 plantas por metro linear em duas épocas de semeadura. Os dois experimentos foram conduzidos em condições de campo em Latossolo roxo distrófico no Departamento de Biologia da Escola Superior de Agricultura de Lavras, no delineamento de blocos casualizados, segundo um esquema fatorial 9 x 2 com três repetições. O primeiro foi semeado em julho de 1988 e o segundo em março de 1990, e, em ambos a cultura foi submetida a irrigação suplementar. As características avaliadas foram: produção de grãos em kg/ha, número de vagens por planta, número de sementes por vagem, peso de 100 sementes, índice de colheita, altura de inserção da primeira vagem e percentagem de sobrevivência de plantas. A produção de flores por planta e percentagem de vingam-

mento floral por planta foram avaliadas apenas no ensaio "da seca" de 1990. Os resultados obtidos permitiram concluir que: a) não se constatou interação significativa cultivar x densidade e densidade x época de semeadura para a produtividade de grãos, embora houvesse tendências das cultivares com hábito de crescimento I e II responderem ao aumento da densidade de semeadura; b) a maior densidade de semeadura não contribuiu para o aumento de produtividade devido ter se observado na menor densidade maior número de vagens por planta e de sementes por vagem o que compensou em termos de produtividade o menor número de plantas por área. Porém na maior densidade foi constatada maior altura de inserção de vagens; c) o índice de colheita foi maior nas menores densidades e na semeadura de inverno. O desempenho das diferentes cultivares para essa característica foi diferente porém independente da densidade de semeadura e d) a produtividade média de grãos na semeadura do inverno de 1988 foi 160,7% superior a obtida na seca de 1990. E constatou-se que na média das duas épocas de semeaduras, as cultivares 'ESAL 506', 'Milionário', 'ESAL 567' e 'ESAL 501' obtiveram melhor desempenho e produziram em média 20% acima da cultivar Carioca.

7. SUMMARY

MORPHOPHYSIOLOGICAL ALTERATIONS OF COMMON BEAN CULTIVARS (Phaseolus vulgaris L.) UNDER DIFFERENT SOWING DENSITIES AND ENVIRONMENTAL CONDITIONS

Aiming at verify if the harvest index is influenced by cultivars and sowing densities as well as if density is dependent upon sowing time, nine common bean cultivars ('Preto 60 dias', 'Eriparsa', 'CNF 255', 'Milionário', 'ESAL 567', 'ESAL 565', 'Carioca', 'ESAL 506', and 'ESAL 501') differing in vegetative cycle and growth habit were evaluated under 10 and 20 plants per meter in two sowing times. Two experiments were carried out under field conditions in dusk red dystrophic latosol in the Department of Biology experimental area at Escola Superior de Agricultura de Lavras. The design was randomized complete blocks with three replications in a 9 x 2 factorial scheme. The first trial was sowed in July 1988 and the second one in March 1990; both under supplemented sprinkle irrigation. Traits evaluated were the following: grain yield (kg ha^{-1}), pods number per plant,

seeds number per pod, 100-seeds weight, harvest index, height of the first pod, and percentage of survived plants. Yield of flowers per plant and percentage of pod set were evaluated only in the 1990 experiment. The following conclusions were reached: i) no significant interaction for both cultivar x density and density x sowing time, regarding grain yield were detected, although there was a tendency of cultivars with growth habit I and II to respond positively to increasing sowing densities; ii) highest sowing density did not contribute to increasing grain yield because in the smaller density pods number per plant and seeds number per pod were increased which compensate grain yield under the smaller density regime. However, in the highest density height of the first pod was higher; iii) harvest index was greater in the smaller density and in the 1988 winter trial. The performance of cultivars for this trait was different but independent of sowing density; iv) average grain yield in the 1988 winter sowing trial was 160,7% higher than the 1990 dry season trial. Averaged over the two sowing times cultivars 'ESAL 506', 'Milionário', 'ESAL 567' and 'ESAL 501' performed better and outyield cultivar Carioca by 20%, in average.

8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. ABREU, A. de F.B. Avaliação de progênies de feijoeiro do cruzamento 'Carioca 80' x 'Rio Tibagi' em diferentes densidades de plantio. Lavras, ESAL, 1989. (Tese MS).
2. ADAMS, M.W. Arquitetura vegetal y eficiencia fisiológica de la planta de frijol. In: CIAT. El potencial del frijol y de otras leguminosas de grãos comestibles in America Latina, Cali, Colombia, 1973. p.181-88..
3. _____. Basis of yield component compensation in crop plants with special reference to the field bean, Phaseolus vulgaris L. Crop Science, Madison, 7(5):505-10, Sept./Oct. 1967.
4. AGUILAR, E.F.; DIAZ, M.F. & LAING, D.R. Efecto de la densidad de siembra sobre algunas características morfológicas y el rendimiento en frijol comun (Phaseolus vulgaris L.). Turrialba, Costa Rica, 34(1):55-61, ene./mar. 1984.

5. AGUDELO, D.O.; HERNÁNDEZ, L.A. & RAMOS, G.B. Efecto de la densidad de población en el rendimiento y otras características agronómicas del frijol (Phaseolus vulgaris L.) de crecimiento voluble y arbustivo. Acta Agronomica, Palmira, 22(2):39-50, 1972.
6. ANUÁRIO ESTATÍSTICO DE MINAS GERAIS - 1983/4. Belo Horizonte, Secretaria de Estado do Planejamento e Coordenação Geral, Superintendência de Estatística e Informações, 1985. v.5. 647p.
7. ARAÚJO, G.A. de A.; VIEIRA, C.; COSTA, C.R.; OLIVEIRA, F. de; LIMA, C.A.S.; VIEIRA, R.F. & CHAGAS, J.M. Comportamento de cultivares precoces de feijão (Phaseolus vulgaris L.) no Estado de Minas Gerais. Revista Ceres, Viçosa, 36(203):106-14, jan./fev. 1989.
8. _____. _____ & CHAGAS, J.M. Comportamento de cultivares de feijão (Phaseolus vulgaris L.) na zona da Mata de Minas Gerais - V. Revista Ceres, Viçosa, 36(206):382-90, jul./ago. 1989.
9. ARRUDA, H.V. de. Correlação entre o peso da planta e o das sementes, em variedades de feijoeiros. Bragantia, Campinas, 16(26):385-8, dez. 1957.

10. ARRIEL, E.F.; RAMALHO, M.A.P. & SANTOS, J.B. dos. Análise dialélica do número de dias para o florescimento do feijoeira Pesquisa Agropecuária Brasileira, Brasília, 25(5):753-8, maio 1990.
11. BARROS, L.G. de. Caracterização de alguns cultivares de feijão (*Phaseolus vulgaris* L.) indicados para o Brasil. Viçosa, UFV, 1980. 105p. (Tese MS).
12. BENNETT, J.P.; ADAMS, M.W. & BURGA, C. Pod yield component variation and intercorrelation in (*Phaseolus vulgaris* L.) as affected by planting density. Crop Science, Madison, 17(1):73-5, Jan./Feb. 1977.
13. BERGER, P.G.; VIEIRA, C.; CHAGAS, J.M.; BRAGA, J.M. & CARDOSO, A.A. Resposta da cultura do feijão (*Phaseolus vulgaris* L.) à adubação nitrogenada e fosfatada. Revista Ceres, Viçosa, 30(169):211-23, maio/jun. 1983.
14. BINKLEY, A.M. The amount of blossom and pod on six varieties of garden beans. Proceedings American Society Horticultural Science, Madison, 29:489-92, 1932.
15. BLAD, B.L.; STEADMAN, J.R. & WEISS, A. Canopy structure and irrigation influence white mold disease and microclimate of dry edible beans. Phytopathology, St. Paul, 68(10):1431-37, Oct. 1978.

16. BRANDES, D. Análise de crescimento do feijoeiro (*Phaseolus vulgaris* L.): efeito da densidade e da época de plantio. Viçosa, UFV, 1971. 109p. (Tese MS).
17. _____; VIEIRA, C.; MAESTRI, M. & GOMES, F.B. Efeitos da população de plantas e da época de plantio no crescimento do feijoeiro (*Phaseolus vulgaris* L.). I. Mudanças morfológicas e produção de matéria seca. Experientiae, Viçosa, 14(1):1-49, jul. 1972.
18. BRAVO, A. & WALLACE, D.H. Differential performance of two Red Kidney bean varieties to spacing and nitrogen fertilization. HortScience, Canada, 9(3):280, June 1974.
19. CAMPOS, A.J. & ZAK, L.F. Estudio de algunas características de Isariopsis griseola Sacc., agente causal de la mancha angular de frijol. Agrociencia, Chapingo, 39:41-8, 1980.
20. CARDONA ALVAREZ, D. & WALKER, J.C. Angular leaf spot of bean. Phytopathology, St. Paul, 46(11):610-5, Nov. 1956.
21. CHAGAS, J.M.; VIEIRA, C. & BARTHOLLO, C.F. Comportamento de variedades de feijão em três épocas de plantio no inverno. In: REUNIÃO NACIONAL DE PESQUISA DE FEIJÃO, 1, Goiânia, 1982. Anais... Goiânia, EMBRAPA, 1982. p.127-9.

22. CHAGAS, J.M.; VIEIRA, C. & BARTHOLLO, G.F. Comportamento do feijão (Phaseolus vulgaris L.) no outono-inverno. Revista Ceres, Viçosa, 30(169):224-31, maio/jun. 1983.
23. CENTRO INTERNACIONAL DE AGRICULTURA TROPICAL. Informe Anual 1977. Cali, 1978. 94p.
24. _____. Mejoramiento genetico y actividades relacionadas. In: _____. Informe anual 1986; programa de frijol. Cali, 1987. p.51-307. (Documento de trabajo, 37).
25. COELHO, M. de F.B. Efeitos da densidade populacional e do arranjo especial das plantas de milho no consórcio com cultivos de feijão. Viçosa, UFV, 1988. 118p. (Tese Doutorado).
26. COSTA, J.G.C. da; KOHASHI-SHIBATA, J. & COLIN, S.M. Distribuição dos produtos fotossintéticos entre os órgãos aéreos do feijoeiro. Pesquisa Agropecuária Brasileira, Brasília, 18(2):137-46, fev. 1983.
27. COYNE, D.P. Correlation, heritability and selection of yield components in field beans, Phaseolus vulgaris L. Proceeding of the American Society for Horticultural Science, Madison, 93(5):388-96, Sept./Oct. 1968.

28. COYNE, D.P. Genetic control of a photoperiod temperature response for time of flowering in beans (Phaseolus vulgaris L.). Crop Science, Madison, 10(3):246-8, May/June 1970.
29. _____. Modification of plant architecture and crop yield by breeding. HortScience, Virginia, 15(3):244-7, June 1980.
30. CROTHERS, S.E. & WESTERMANN, D.T. Plant population effects on the seed yield of Phaseolus vulgaris L. Agronomy Journal, Madison, 38(6):958-60, Nov./Dec. 1976.
31. DONALD, C.M. In search of yield. The Journal of the Australian Institute of Agricultural Science, Melbourne, 28: 171-78, 1962.
32. _____. The breeding of crop ideotypes. Euphytica, Wageningen, 17(2):385-403, Oct. 1968.
33. _____ & HAMBLIN, J. The biological yield and harvest index of cereals as agronomic and plant breeding criteria. Advances in Agronomy, London, 28:361-405, 1976.
34. DUARTE, R.A. & ADAMS, M.W. A path coefficient analysis of some yield component interrelations in field beans (Phaseolus vulgaris L.). Crop Science, Madison, 12(5):579-82, Sept./Oct. 1972.

35. EDJE, O.T.; MUGHOGHO, L.K. & AYONOADU, U.W.U. Bean yield and yield components as affected by fertilizer and plant population, Turrialba, São José, 25(1):79-84, ene./mar. 1975.
36. EVANS, L.T. Physiological aspects of varietal improvement. In: GUSTAFSON, J.P. ed. Gene manipulation in plant improvement. New York, Plenum Press, 1984. p.121-46.
37. FARLOW, P.J. Effect of low temperature on number and location of developed seed in two cultivars of french beans (Phaseolus vulgaris L.). Australian Journal of Agricultural Research, Melbourne, 32:325-30, 1981.
38. FERNANDES, M.I.P.S. Efeito da avaliação de estande nos experimentos com a cultura do feijoeiro. Lavras, ESAL, 1987. 73p. (Tese MS).
39. _____; RAMALHO, M.A.P. & LIMA, P.C. Comparação de métodos de correção de estande em feijão. Pesquisa Agropecuária Brasileira, Brasília, 24(8):997-1002, ago. 1989.
40. FERNANDEZ, F.; GEPTS, P. & LÓPEZ, M. Etapas de desarrollo en la planta de frijol. In: LÓPEZ, M. et alii. Frijol: investigación e producción. Cali, CIAT, 1985. p.61-78.

41. GHADERI, A. & ADAMS, M.W. Preliminary studies in the inheritance of structural components of plant architecture in dry bean (Phaseolus vulgaris L.). Bean Improvement Cooperative, New York, 24:35-8, 1981.
42. GOMES, E.P. Curso de estatística experimental. Piracicaba, Nobel, 1985. 466p.
43. INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. Enciclopédia dos Municípios Brasileiros. Rio de Janeiro, 1959. v.25. 475p.
44. ISASI, E.M. & GARCIA, I.B. Influência de la distancia entre plantas en el rendimiento de variedades de frijol comun (Phaseolus vulgaris L.) con distinto hábito de crecimiento. Ciencia de la Agricultura, Havana, 23:127-9, 1985.
45. IZQUIERDO, J.A. & HOSFIELD, G.L. A collection receptacle for field abscission studies in common bean. Crop Science, Madison, 21(4):622-25, July/Aug. 1981.
46. _____ & _____. The relationship of seed filling to yield among dry beans with differing architectural forms. Journal of the American Society Horticultural Science, Michigan, 108(1):106-11, Jan. 1983.

47. KRANZ, W.M.; ALBERTINI, J.L.; BIANCHINI, A. & FIGUEIREDO, R.
Aptidão fitotécnica para o plantio de feijão no Estado do Paraná. Londrina, Fundação Instituto Agrônômico do Paraná, 1983. 16p. (Circular, 34).
48. KUENEMAN, E.A. & WALLACE, D.H. Simplified growth analysis of non-chimbing dry beans at three spacings in the tropic. Experimental Agriculture, New York, 15(3):273-84, July 1979.
49. LEAKEY, C.L.A. The effect of plant population and fertility level on yield and its components in two determinate cultivars of Phaseolus vulgaris (L.) Sav. The Journal of Agricultural Science, Cambridge, 79(2):259-67, Oct. 1972.
50. LUCAS, E.O. & MILBOURN, G.M. The effect of density of planting on the growth of two (Phaseolus vulgaris L.). Varieties in England. The Journal of Agricultural Science, Cambridge, 87:89-99, 1976.
51. MACK, H.J. Fertilizer and plant density effects on yield performance and leaf nutrient concentration of bush snap beans. Journal Society Horticultural Science, Michigan, 108(4):574-8, 1983.

52. MACK, H.J. & HATCH, D.L. Effects of plants arrangement and population density on yield of bush snap beans. Journal of the American Society for Horticultural Science, Michigan, 92(3):418-25, May 1968.
53. MAUK, C.S.; BREEN, P.J. & MACK, H.J. Yield response of major pod-bearing nodes in bush snap beans to irrigation and plant population. Journal of the American Society for Horticultural Science, Michigan, 108(6):935-9, Nov. 1983.
54. MENDES, A.N.G. Hábito de florescimento e vingamento de flores e de frutos no feijoeiro (Phaseolus vulgaris L.). Piracicaba, ESALQ, 1983. 67p. (Tese MS).
55. NIENHUIS, J. & SINGH, S.P. Effects of location and plant density on yield and architectural traits in dry beans. Crop Science, Madison, 25(4):579-84, July/Aug. 1985.
56. _____ & _____. Combining ability analyses and relationships yield, yield components, and architectural traits in dry bean. Crop Science, Madison, 26(1):21-7, Jan./Feb. 1986.
57. OMETTO, J.C. Bioclimatologia vegetal. São Paulo, Ceres, 1981. 425p.

58. PADDA, D.S. & MUNGER, H.M. Photoperiod temperature and genotype interations affecting time of flowering in beans, Phaseolus vulgaris L. Journal of the American Society Horticultural Science, Mount, 94:1577-60, 1969.
59. PANIAGUA, C.V. & PINCHINAT, A.M. Criterios de seleccion para mejorar el rendimiento de grano en frijol (Phaseolus vulgaris L.). Turrialba, Turrialba, 26(2):126-31, abr./jun. 1976.
60. PEREIRA REIS, W. Análise de crescimento de milho e feijão em monocultivo e consorciados em diferentes arranjos de semeadura destas culturas. Lavras, ESAL, 1984. 113p. (Tese MS).
61. PEREIRA REIS, W.; RAMALHO, M.A.P.; SANTOS, J.B. dos & REIS, M. de S. Avaliação de cultivares de feijão (Phaseolus vulgaris L.) na região Noroeste do Estado de Minas Gerais, no cultivo de outono-inverno com irrigação. Ciência e Prática, Lavras, 10(3):336-42, set./dez. 1986.
62. PINCHINAT, A.M. Rendimiento del frijol comun (Phaseolus vulgaris L.) según la densidad y la distribucion espacial de siembra. Turrialba, Costa Rica, 24(2):173-75, Apr./June 1974.

63. PORTES, T. de A. Ecofisiologia. In: ZIMMERMANN, M.I. de O. et alii. Cultura do feijoeiro; fatores que afetam a produtividade. Piracicaba, Associação Brasileira para a Pesquisa da Potassa e do Fosfato, 1988. p.125-156.
64. RADFORD, P.J. Growth analyses formulae - the use and abuse. Crop Science, Madison, 7(3):171-5, May/June, 1976.
65. RAMALHO, M.A.P.; ANDRADE, L.A.B. & TEIXEIRA, N.C.S. Correlações genéticas e fenotípicas entre caracteres do feijão (Phaseolus vulgaris L.). Ciência e Prática, Lavras, 3(1):63-70, jan./jun. 1979.
66. _____ & FERREIRA, M.M. Comportamento de cultivares de feijão (Phaseolus vulgaris L.) em relação ao florescimento e vingamento das vagens. Ciência e Prática, Lavras, 3(1):80-4, jan./jun. 1979.
67. _____ & SANTOS, J.B. dos. Novas linhagens do feijoeiro obtidas no programa de melhoramento da ESAL. Ciência e Prática, Lavras, 10(3):343-50, set./dez. 1986.
68. RAMOS, G.B. & CAMACHO; L.H. Competência entre plantas y su efecto en el rendimiento y otras características del frijol "Caraota" (Phaseolus vulgaris L.). Acta Agronomica, Palmira, 19(2):69-88, 1969.

69. REIS, M.S.; VIEIRA, C. & BOLSANELLO, J. Efeitos de populações de plantas sobre cultura de feijão (Phaseolus vulgaris L.) de crescimento determinado. Revista Ceres, Viçosa, 26(147):474-80, set./out. 1979.
70. RICHARDS, F.J. The quantitative analyses of growth. In: STEWARD, F.C.. Plant Physiology - a treatise. Analysis of growth: behavior of plants and their organs. London, Academic Press, 1969. v.5. p.13-76.
71. SANTA CECÍLIA, F.A.; RAMALHO, M.A.P. & SOUZA, A.F. de. Efeitos do espaçamento de plantio na cultura do feijão. Agros, Lavras, 4(1):11-21, 1974.
72. SANTOS, J.B. dos & RAMALHO, M.A.P. Seleção de progênies de feijoeiro adaptadas as condições de outono-inverno. Revista de Pesquisa Agropecuária Brasileira, Brasília, (no prelo).
73. SARTORATO, A. Oídio. In: ZIMMERMANN, M.J. de O. et alii ed. Cultura do feijoeiro; fatores que afetam a produtividade. Piracicaba, Associação Brasileira para Pesquisa da Potassa e do Fosfato, 1988. p.521-5.
74. _____. Mancha angular. In: ZIMMERMANN, M.J. de O. et alii ed. Cultura do feijoeiro; fatores que afetam a produtividade. Piracicaba, Associação Brasileira para Pesquisa da Potassa e do Fosfato, 1988. p.491-501.

75. SARTORATO, A. Resistência vertical e horizontal do feijoeiro comum *Phaseolus vulgaris* L. a *Isariopsis griseola* Sacc. Piracicaba, ESALQ, 1989. 131p. (Tese Doutorado).
76. SILVA, A.J. da. Resposta de cultivares de feijão (*Phaseolus vulgaris* L.) à adubação nitrogenada. Lavras, ESAL, 1988. 85p. (Tese MS)
77. _____; RAMALHO, M.A.P.; GUEDES, G.A. de A.; VALE, F.R. do. Resposta de cultivares de feijão (*Phaseolus vulgaris* L.) à adubação nitrogenada. I. Produção de grãos e seus componentes. Ciência e Prática, Lavras, 13(3):348-55, set./dez. 1989.
78. SILVA, D.B. da. Efeitos da população de plantas, adubação e variedades sobre a produtividade do feijoeiro comum (*Phaseolus vulgaris* L.). Lavras, ESAL, 1985. 48p. (Tese MS).
79. SILVEIRA, P.M. da; CASTRO, T.A.P. & STONE, L.F. Idade de floração e vingamento de flores em duas cultivares de feijão. Pesquisa Agropecuária Brasileira, Brasília, 15(2):229-32, abr. 1980.
80. STELL, R.G.D. & TORRIE, J.H. Principles and procedures of statistics. 2.ed. New York, McGraw-Hill, 1980. 633p.

81. SUBHADRABANDHU, S.; ADAMS, M.W. & REICOSKY, D.A. Abscission of flowers and fruit in Phaseolus vulgaris L. I. Cultivar differences in flowering pattern and abscission. Crop Science, Madison, 18(5):893-6, Sept./Oct. 1978.
82. THOMÉ, V.M.R. Crescimento, desenvolvimento e rendimento de grãos de uma cultivar de feijoeiro de hábito de crescimento arbustivo determinado em função da época de semeadura, espaçamento entre linhas e densidade de plantas. Porto Alegre, set. 1985. 139p. (Tese MS).
83. VIEIRA, C. Efeitos da densidade de plantio sobre a cultura do feijoeiro. Revista Ceres, Viçosa, 15(83):44-53, maio/jun. 1968.
84. _____; SANTA CECÍLIA, F.C. & SEDIYAMA, C.S. Índice de colheita de alguns cultivares de feijão (Phaseolus vulgaris L.). Revista Ceres, Viçosa, 20(108):120-8, abr. 1973.
85. _____. Estudos sobre variedades de feijão em Minas Gerais. Informe Agropecuário, Belo Horizonte, 4(46):25-30, 1978.
86. _____; CHAGAS, J.M.; SILVA, C.C. da & JUNQUEIRA NETTO, A. Estudos sobre variedades de feijão no Estado de Minas Gerais. Informe Agropecuário, Belo Horizonte, 8(90):9-12, jun. 1982.

87. VIEIRA, C. Doenças causadas por fungos; mancha angular. In: _____. Doenças e pragas do feijoeiro. Viçosa, UFV, 1983. p.82-6.
88. VIEIRA, R.F. Comparações de feijões dos gêneros *Vigna* e *Phaseolus* com o feijão comum (*Phaseolus vulgaris* L.). Viçosa, UFV, 1989. 213p. (Tese Doutorado).
89. VILLAMIL LUCAS, J.M. Influência da densidade de população sobre a produção em variedades de feijão vagem (*Phaseolus vulgaris* L.) de porte baixo. Piracicaba, ESALQ, 1987. 69p. (Tese MS).
90. VON PINHO, R.G.; RAMALHO, M.A.P.; FRAGA, A.C. & SANTOS, J.B. dos. Avaliação da capacidade de germinação de diferentes materiais de feijão (*Phaseolus vulgaris* L.) nas condições de inverno no Sul de Minas. CONGRESSO DE PÓS-GRADUAÇÃO. Lavras, 2, 1989. Anais... Lavras, ESAL, 1989. p.5.
91. WAHAB, M.N.J.; DABBS, K.H. & BAKER, R.J. Effects of plantin density and design on pod yield of bush bean (*Phaseolus vulgaris* L.). Canadian Journal Plant Science, Ottawa, 66: 669-75, 1986.

92. WALLACE, D.H. & MUNGER, H.M. Studies of physiological basis for yield differences. I. Growth analysis of six dry bean varieties. Crop Science, Madison, 5:343-48, 1965.
93. _____ & _____. Studies of the physiological basis for yield differences. II. Variations in dry matter distribution among several organs for several dry bean varieties. Crop Science, Madison, 6(6):503-7, Nov./Dec. 1966.
94. _____; OZBUN, J.L. & MUNGER, H.M. Physiological genetics of crop yield. Advances Agronomy, London, 24:97-146, 1972.
95. WALDER, J.C. Enfermedades de la judia y del hab de lima. In: WALDER, J.C., ed. Enfermedades de las hortalizas. Madrid, Salvat Editores, 1959. p.13-67.
96. WESTERMANN, D.T. & CROTHERS, S.E. Plant population effects on the seed yield components of beans. Crop Science, Madison, 17(4):493-6, July/Aug. 1977.
97. YARWOOD, C.E. The tolerance of Erysiphe polygoni and certain other powdery mildew to low humidity. Phytopathology, St. Paul, 26:845-59, 1936.
98. ZAUMEYER, W.J. & THOMAS, H.R. A monographic study of bean diseases and methods for their control. Washington, USDA, 1957. p.25-8. (Technical Bulletin, 868).

99. ZIMMERMANN, M.J. de O. Genetic studies on common bean in sale crop and intercropped with maize. Universidade da California - Riverside, 1983. 86p. (Tese de Doutorado).

APÉNDICE

TABELA A1 - Resumo da análise de variância do número de vagens por planta, número de sementes por vagem, peso de 100 sementes (g), índice de colheita (%) e altura de inserção da primeira vagem. Lavras, inverno de 1988.

Quadrados Médios						
F.V.	G.L.	Número de vagens por planta	Número de sementes por vagem	Peso de 100 sementes (g)	Índice de colheita (%)	Altura de inserção 1ª vagem (cm)
Repetição	1	0,38	0,14	17,37*	10,03	0,65
Cultivares (C)	8	8,38**	2,62**	193,96**	16,37	13,72**
Densidades (D)	1	192,75**	1,21**	2,78	6,25	0,95
C x D	8	2,49	0,18	3,77	24,25	5,88*
Erro	17	1,91	0,11	2,55	10,79	1,76
Média		8,00	4,54	26,40	51,92	13,03
C.V. %		17,27	7,47	6,05	6,33	10,19

*, ** Teste F significativo ao nível de 5% e 1% de probabilidade, respectivamente.

TABELA A2 - Resumo das análises de variância individuais da percentagem de sobrevivência de plantas e produção de grãos em kg/ha. Lavras, inverno de 1988.

F.V.	G.L.	Quadrados Médios	
		% de sobrevivência de plantas	Produção de grãos (kg/ha)
Repetição	2	24,24	817251,85*
Cultivares (C)	8	110,59**	1738729,63**
Densidades (D)	1	63,34	226851,85
C x D	8	50,88	321818,52
Erro	34	27,41	200608,71
Média		80,03	2642,59
C.V. %		6,54	16,95

*, ** Teste F significativo ao nível de 5% e 1% de probabilidade, respectivamente.

TABELA A3 - Resumo da análise de variância do número de vagens por planta, número de sementes por vagem, peso de 100 sementes (g), produção média de flores, percentagem de vingamento floral, índice de colheita (%) e altura de inserção da primeira vagem. Lavras, seca de 1990.

Quadrados Médios									
F.V.	G.L.	Nº vagens/ planta	Nº sementes/ vagem	Peso de 100 sementes (g)	Produção de flores	% vingamento floral	Índice de colheita	Altura de inserção da 1ª vagem	
Repetição	1	11,64**	1,10*	5,16	361,90**	0,56	40,11	3,88	
Cultivares (C)	8	9,72**	2,41**	322,46**	344,50**	40,32**	93,05*	24,01**	
Densidades (D)	1	57,68**	0,85	4,02	1013,04**	40,50*	225,00*	43,45**	
C x D	8	1,05	0,14	3,49	37,86	8,11	7,44	6,48	
Erro	17	1,04	0,15	9,23	36,05	7,75	28,76	4,83	
Média		4,52	3,84	20,16	22,99	26,79	36,94	19,10	
C.V. %		22,55	10,25	15,07	26,11	10,39	14,52	11,51	

*, ** Teste F significativo ao nível de 5% e 1% de probabilidade, respectivamente.

TABELA A4 - Resumo das análises de variância individuais da percentagem de sobrevivência de plantas e produção de grãos em kg/ha. Lavras, seca de 1990.

F.V.	G.L.	Quadrados Médios	
		% de sobrevivência de plantas	Produção de grãos (kg/ha)
Repetição	2	52,78	1217805,57**
Cultivares (C)	8	464,60**	155090,93**
Densidades (D)	1	1403,32**	253,50
C x D	8	81,55	53182,17
Erro	34	69,79	48570,06
Média		65,56	1013,68
C.V. %		12,74	21,74

*, ** Teste F significativo ao nível de 5% e 1% de probabilidade, respectivamente.