



JAILSON LOPES CRUZ

PADRÃO DE ACÚMULO DE MATÉRIA SECA NOS GRÃOS
DE FEIJOEIRO (*Phaseolus vulgaris* L.) E SUA RELAÇÃO
COM O RENDIMENTO

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



ESCOLA SUPERIOR DE AGRICULTURA DE LAVRAS
LAVRAS - MINAS GERAIS

1992

[REDACTED]

INSTITUTO DE PESQUISA
AGROPECUÁRIA
DE LAVRAS

J. LISON LOPES CRUZ

PADRÃO DE ACÚMULO DE MATÉRIA SECA NOS GRÃOS
DE FEJÓDEIRO (*Phaseolus vulgaris* L.) E SUA RELAÇÃO
COM O RENDIMENTO

Investigação apresentada à Faculdade Superior
de Agricultura de Lavras como parte das
exigências do Curso de Mestrado
em Agronomia, área de concentração
Fitologia Vegetal, para obtenção do grau
de MESTRE.

[REDACTED]

[REDACTED]

ESCOLA SUPERIOR DE AGRICULTURA DE LAVRAS
LAVRAS - MINAS GERAIS

1992

PADRÃO DE ACÚMULO DE MATÉRIA SECA NOS GRÃOS DE FEIJOEIRO
(*Phaseolus vulgaris* L.) E SUA RELAÇÃO COM O RENDIMENTO

JAILSON LOPES CRUZ

APROVADA EM AGOSTO DE 1992



Prof. Dr. MAGNO ANTÔNIO P. RAMALHO

(Orientador)



Prof. Dr. MESSIAS J. de B. ANDRADE



p/Dr. PAULO CESAR MAGALHÃES

Apesar de toda tecnologia gerada e difundida no campo da agropecuária e do aumento de produção de alimento verificado nos últimos anos, a fome e a miséria continuam a ter um papel de destaque no quadro sócio-econômico brasileiro. Isso significa que além do aumento de produção de alimentos devemos também nos preocupar com a sua distribuição, para que as camadas mais carentes tenham acesso ao produto do nosso esforço na geração e difusão de tecnologia. Como a produção e a distribuição de alimentos têm um forte conteúdo político, os profissionais da área devem repensar o seu papel de ser apenas o gerador e/ou difusor de tecnologias, sem se preocupar com os graves problemas sociais que há muito tempo se apresentam.

Vamos precisar de todo o mundo
Prá varrer do mundo a opressão
Para construir uma vida nova
Vamos precisar de muito amor...

(Beto Guedes)

... e de muita consciência
política.

Esse trabalho, fruto de um esforço de vários anos, com muito carinho, dedico:

Aos meus pais Matias Gomes da Cruz e Maria Lopes da Cruz, pelo amor, incentivo, exemplo de honestidade e amor ao próximo e pelos constantes sacrifícios realizados durante todo o processo de minha formação. Vocês são os responsáveis maior pelo objetivo ora conseguido.

Aos meus irmãos Jorge, Zélia, Zé Hamilton, Jaci, Janda, Deide e Messias pelo carinho e amizade durante todos esses anos em que estivemos convivendo juntos. Que nossa amizade seja eterna.

À professora Maria Santos Santiago pelo carinho e constante acompanhamento durante minha formação primária e secundária.

AGRADECIMENTOS

À Claudinéia Regina Pelacani, pela amizade, incentivo, apoio moral e ajuda efetiva que, desde o início até o final do curso, foram de inestimável valor.

Aos amigos e colegas Paulo, Valéria, Ricardo, Vicente Eduardo e Claudinéia, por termos formado um grupo tão coeso, onde o bem estar de seus integrantes era uma preocupação sempre constante.

Ao Professor Magno A. P. Ramalho, pelas orientações, ensinamentos e pelo exemplo de dedicação, capacidade de trabalho e honestidade profissional.

Ao estudante Leandro Alves Martins cuja ajuda, foi de fundamental importância para a realização deste trabalho.

Ao professor Messias J. de B. Andrade e aos pesquisadores Ângela de F. Abreu e Paulo Cesar Magalhães pela sugestões apresentadas à redação do texto.

Aos amigos e colegas de empresa Robson (colega de iniciação à pesquisa científica), Estevam, Jairo, Daniel, Sérgio Waly, e Vânia pelo apoio e incentivo nos momentos de dificuldades profissionais. Com esse grupo também compartilhei grandes alegrias.

Aos primeiros orientadores na fase de iniciação a

pesquisa científica Dr. Alvaro Bueno, Dr. Joelito de O. Rezende e Jayme C. Gomes, também pelas orientações, ensinamentos e exemplo de capacidade e honestidade profissional.

À Ana Isa T Grandi pela amizade e ajuda na execução de algumas atividades deste trabalho.

À Sandra pela amizade e carinho.

À Empresa Baiana de Desenvolvimento Agrícola pela oportunidade de realizar a presente capacitação.

À Escola Superior de Agricultura de Lavras (ESAL) pela oportunidade de realizar o curso.

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

Aos professores do curso de Fisiologia pelos conhecimentos transmitidos.

BIOGRAFIA DO AUTOR

JAILSON LOPES CRUZ, filho de Matias Gomes da Cruz e de Maria Lopes , nasceu em Conceição do Almeida, Estado da Bahia, a 20 de setembro de 1960.

Em março de 1979, iniciou o curso de Engenharia Agrônoma na Universidade Federal da Bahia, concluindo-o em dezembro de 1982.

Em 1983, foi contratado pela Empresa de Assistência Técnica e Extensão Rural da Bahia, onde desenvolveu atividades até o ano de 1985. Em 1986 foi transferido para a Empresa de Pesquisa Agropecuária da Bahia onde se encontra lotado atualmente.

Iniciou o curso de Pós-Graduação a nível de mestrado em Agronomia, área de concentração em Fisiologia Vegetal, na Escola Superior de Agricultura de Lavras (ESAL), em março de 1990, concluindo-o em agosto de 1992.

SUMÁRIO

	Página
1. INTRODUÇÃO	1
2. REFERENCIAL TEÓRICO	3
2.1- A planta de feijão	3
2.2- Parâmetros de enchimento do grão	6
3. MATERIAL E MÉTODOS	12
3.1- Caracterização do ambiente	12
3.2- Cultivares avaliadas	13
3.3- Delineamento experimental	16
3.4- Condução dos experimentos	16
3.5- Coleta de dados	17
3.5.1- Número de dias para o início do florescimento	17
3.5.2- Pleno florescimento	17
3.5.3- Ciclo	17
3.5.4- Matéria seca dos grãos	17
3.5.5- Componentes primário da produção de grãos ..	18
3.5.6- Produção de grãos	18

3.6- ESTIMATIVAS OBTIDAS E ANÁLISE DE VARIANCIA DOS.	
DADOS	19
3.6.1- Maturação fisiológica	19
3.6.2- Duração do enchimento do grão	21
3.6.3- Taxa de acúmulo de matéria seca nos grãos ..	21
3.6.4- Rendimento diário de grãos	22
3.6.5- Percentagem de sementes abortadas	22
3.6.6- Componentes primário e produtividade de grãos	22
3.6.7- Estimativa das correlações	23
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO	24
4.1- Aspectos da fase vegetativa	24
4.2- Rendimento de grãos e seus componentes	26
4.3- Aspectos da fase reprodutiva	36
4.4- Correlação entre caracteres	51
5. CONCLUSÕES	59
6. RESUMO	61
7. SUMMARY	63
8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	65
9. APÊNDICES	82

LISTA DE TABELAS

Tabela		Página
1	Análise química da amostra do solo da área onde foram implantados os experimentos. ESAL, Lavras-MG, 1992	13
2	Caracterização das cultivares utilizadas nos experimentos do outono/inverno e período das "águas" de 1991. ESAL, Lavras-MG, 1992	15
3	Número médio de dias para a emergência, início da floração e ciclo das cultivares de feijão avaliadas nos experimentos conduzidos no outono/inverno e "águas" de 1991. ESAL, Lavras-MG, 1992..	27
4	Resumo das análises de variância conjunta das características: número médio de vagens/planta, número de sementes/vagem, peso de 100 sementes e rendimento (kg/ha), obtidas nos experimentos conduzidos no outono/inverno e "águas" de 1991. ESAL, Lavras-MG, 1992	29

5	Rendimento médio da grãos (kg/ha) obtido pelas cultivares avaliadas nos experimentos no outono/inverno e "águas" de 1991. ESAL, Lavras-MG, 1992..	30
6	Número de vagens/planta, número de sementes/vagem e peso médio de 100 sementes das dez cultivares avaliadas nos experimentos conduzidos no outono/inverno e período das "águas" em 1991. ESAL, Lavras-MG, 1992	33
7	Resumo da análise de variância conjunta para percentagem de sementes abortadas avaliadas nos experimentos do outono/inverno e "águas" de 1991. ESAL, Lavras-MG, 1992	34
8	Percentagem média da abortamento de sementes das dez cultivares avaliadas nos experimentos conduzidos no outono/inverno e "águas" de 1991. ESAL, Lavras-MG, 1992	35
9	Resumo da análise de variância conjunta para acúmulo de matéria seca nos grãos das dez cultivares de feijão avaliadas nos experimentos de outono/inverno e "águas" de 1991. ESAL, Lavras-MG, 1992	37

10	Acúmulo de matéria seca dos grãos (g/10 vagens) a partir do florescimento, das dez cultivares avaliadas nos experimentos conduzidos no outono/inverno (1) e "águas" (2) de 1991. ESAL, Lavras-MG, 1992	39
11	Resumo da análise de variância conjunta para taxa e duração do enchimento dos grãos dos experimentos do outono/inverno e "águas" de 1991. ESAL, Lavras-MG 1992	45
12	Duração média (dias) do período do enchimento de grãos das dez cultivares de feijão, avaliadas nos experimentos conduzidos no outono/inverno e período das "águas" de 1991. ESAL, Lavras-MG, 1992	46
13	Taxa média de enchimento dos grãos (grama de sementes/m ² /dia) das dez cultivares de feijão avaliadas nos experimentos conduzidos no outono/inverno e período das "águas" de 1991. ESAL, Lavras-MG, 1992	49

	Página
14 Resumo da análise de variância conjunta do rendimento diário de grãos (kg/ha/dia) dos experimentos do outono/inverno e "águas" de 1991. ESAL, Lavras-MG, 1992	50
15 Rendimento diário de grãos (kg/ha/dia) das dez cultivares avaliadas no período de outono/inverno e "águas" de 1991. ESAL, Lavras-MG, 1992	51
16 Estimativa das correlações entre os resultados médios de rendimento de grãos, componentes de rendimento, parâmetros de enchimento dos grãos, início do florescimento e rendimento diário das dez cultivares avaliadas nos experimentos do outono/inverno e "águas" de 1991. ESAL, Lavras-MG, 1992	52

LISTA DE FIGURAS

Figura	Página
1 Etapas do desenvolvimento de uma planta de feijão.	5
2 Temperaturas máxima, média e mínima ocorridas durante o período de condução dos experimentos do outono/inverno e das "águas" de 1991. ESAL, Lavras, MG, 1992	14
3 Padrão de acúmulo de matéria seca nos grãos de quatro cultivares de feijão, avaliadas no experimento de outono/inverno de 1991. ESAL, Lavras-MG, 1992	42
4 Padrão de acúmulo de matéria seca de duas cultivares de feijão, avaliadas nos experimentos de outono/inverno e das "águas" de 1991. ESAL, Lavras-MG, 1992.....	43

1 INTRODUÇÃO

O melhoramento do feijoeiro visando o aumento do rendimento tem tido pouco progresso. O sucesso obtido tem se concentrado principalmente na introdução de alelos de resistência à doenças que conferem, sobretudo, maior estabilidade de rendimento de grãos.

Existem várias causas que podem ser atribuídas ao insucesso no aumento de rendimento. Uma delas é o uso, nas hibridações, de progenitores com pequena capacidade combinatória (NIENHUIS & SINGH, 1988). Uma outra causa aventada já há alguns anos é que o feijoeiro é uma planta de baixa eficiência fisiológica e o aumento de rendimento deve necessariamente envolver melhoria nessa eficiência fisiológica (DONALD, 1968 e WALLACE *et alii*, 1972). Neste contexto, foi proposto um ideotipo de planta como alternativa para se aumentar o rendimento (ADAMS, 1973). Posteriormente, vários trabalhos foram desenvolvidos neste sentido, sem no entanto obter resultados conclusivos (NIENHUIS & SINGH, 1985; 1986).

Entre os fatores que afetam a eficiência fisiológica, além dos mencionados no ideotipo, está o padrão de acúmulo de matéria seca nos grãos, que também apresenta influência positiva no rendimento. No estudo do padrão de acúmulo de matéria seca, dois parâmetros são fundamentais: a duração - período decorrido do florescimento à maturação fisiológica, e a taxa de acúmulo de matéria seca, isto é, a matéria seca acumulada por unidade de tempo.

Em muitas espécies, tais como milho, soja e trigo, o conhecimento desses parâmetros tem despertado a atenção de vários pesquisadores. Entretanto, no caso do feijoeiro, são escassas as informações principalmente da existência de variabilidade para essas características, da sua correlação com o rendimento de grãos e qual a possibilidade de sucesso com a seleção para esses parâmetros.

Dessa forma, foi realizado o presente trabalho, utilizando algumas cultivares de feijão que diferem em vários atributos, visando verificar se há diferenças entre elas na duração e na taxa de enchimento dos grãos, e como esses dois parâmetros se associam com rendimento.

2. REFERENCIAL TEÓRICO

2.1. A PLANTA DE FEIJÃO

O feijoeiro pertence à espécie *Phaseolus vulgaris* L., possui $2n=22$ cromossomos e, ao que tudo indica, originou-se na América com dois centros distintos de domesticação: um nas regiões andinas e outro nas partes baixas da América Central (GENTRY, 1969; GEPTS & BLISS, 1985; GEPTS & DEBOUK, 1991). Estudos morfológicos e bioquímicos realizados recentemente têm agrupado os feijões cultivados em seis raças, sendo três de origem da América Central - Durango, Jalisco e Mesoamérica, e três dos Andes Sul Americanos - Chile, Nova Granada e Peru (SINGH et alii, 1991).

Nos feijoeiros existe ampla variação para as características tanto da planta, como das sementes. No que se refere à planta, uma das características mais expressivas é o hábito de crescimento. Para classificar as plantas no que tange ao hábito de crescimento, VAN SCHOONHOVEN & PASTOR CORRALES (1987) utilizaram os seguintes critérios:

I. **Hábito determinado** - aquelas plantas cujo ápice caulinar possui uma inflorescência e apresenta duas subdivisões: plantas com haste e ramos fortes e eretos e plantas com ramos flexíveis.

II. **Hábito indeterminado** - aquelas cujo ápice caulinar não apresenta uma inflorescência e possui duas subdivisões: com talos e ramos erectos e com talos e ramos flexíveis e rasteiros.

O ciclo da planta é também um carácter que apresenta uma grande variação. Ele varia de cerca de 50 dias até mais de 200 dias, e é muito influenciado por fatores ambientais tais como o fotoperíodo e temperatura (SINGH *et alii*, 1991). Para facilitar o estudo e, sobretudo, a comunicação entre os pesquisadores da cultura, o desenvolvimento da planta foi dividido por FERNANDEZ *et alii* (1985), nas etapas indicadas na Figura 1.

Os grãos apresentam, como já mencionado, ampla variação tanto em cor, como em tamanho. A cor é, inclusive, responsável direta pela maior ou menor aceitação comercial de uma certa cultivar e a ampla variação desse carácter para as diversas cultivares de feijão (alaranjada, bege, roxa, marrom, avermelhada, rosa, branca, preta, entre outras) induziu diversos pesquisadores a aprofundarem seus estudos nessa área e a propor diversas classificações (VILHORDO *et alii*, 1988).

O peso também tem influência na aceitação e há relatos de que ele varia de 15 a mais de 90 gramas para o peso de 100 sementes. Sementes com menos de 25 g/100 sementes são

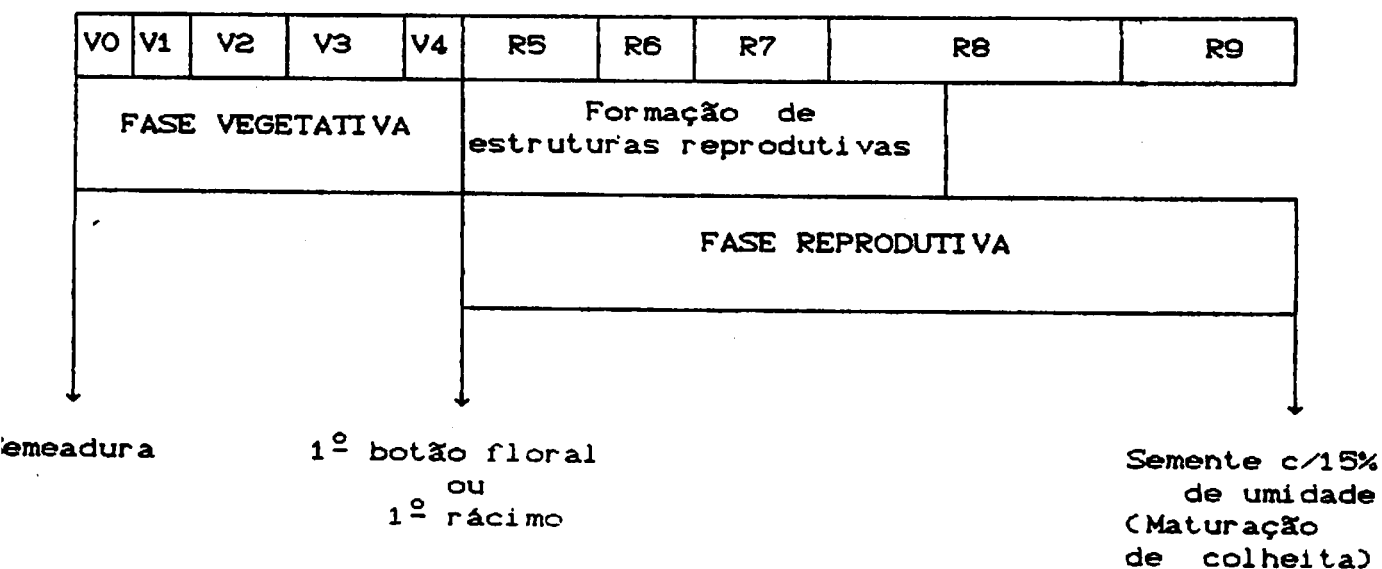


FIGURA 1. Etapas do desenvolvimento de uma planta de feijão adaptado de FERNANDEZ *et alii.* (1985). (V0: germinação, V1: emergência V2: folhas primárias, V3: 1^a folha trifoliolada, V4: 3^a trifoliolada, R5: pré-floração, R6: floração, R7: formação de vagens, R8: enchimento de vagens, R9: maturação).

consideradas pequenas, entre 25 a 40 gramas, médias e acima de 40 gramas, grandes (VAN SCHOONHOVEN & PASTOR CORRALES, 1987).

O potencial produtivo do feijoeiro também apresenta uma forte variação em função da cultivar e do ambiente. Segundo WHITE & ISQUIERDO (1991), o máximo rendimento para o feijão tem sido da ordem de 4 a 6 t/ha, sendo estes altos rendimentos frequentemente encontrados em parcelas experimentais e em

condições ambientais altamente favoráveis ao desenvolvimento da cultura (solo fértil, alta radiação, temperatura noturna amena de 10 a 13°C e pequenos problemas com pragas e doenças).

Toda essa variabilidade para os caracteres do feijoeiro encontra-se preservada no banco de germoplasma do CIAT, que tem a maior coleção mundial de linhagens, cultivares e espécies, totalizando 35.532 introduções, das quais 28.874 pertencentes ao gênero *Phaseolus* (POMPEU, 1987).

2.2. PARÂMETROS DE ENCHIMENTO DOS GRÃOS

Quando se discute o rendimento de grãos, é necessário conceituar de início dois parâmetros: a) duração do período de enchimento do grão, que é o número de dias decorrido da fertilização à maturação fisiológica e, b) taxa de acúmulo de matéria seca nos grãos, isto é, o aumento no peso do grão por unidade de tempo.

Em um esforço para aumentar o rendimento de grãos, melhoristas tem voltado sua atenção para estudar os parâmetros de enchimento de grãos como uma possível medida da sua eficiência fisiológica (JONHSON & TANNER, 1972; CARTER & PONELEIT, 1973 e CROSS, 1975). O objetivo é identificar uma ótima taxa e duração de enchimento do grão para melhorar o rendimento das culturas, pois o rendimento de um cultivo, segundo DAYNARD *et alii* (1971) e GALLAGHER *et alii* (1976), depende da duração e da taxa média de enchimento dos grãos. A

variabilidade genética para a duração do período de enchimento do grão tem sido relatada para várias culturas, como feijão (SCULLY & WALLACE, 1990), milho (EGLI, 1981 e DAYNARD & KANNENBERG, 1976), amendoim (DUNCAN *et alii*, 1978), milheto (FUSSEL & PEARSON, 1978), aveia (HELSEL & FREY, 1978), arroz (JONES *et alii*, 1979), trigo (GEBEYEHOU *et alii*, 1982b e SAYED & GADALLAH, 1983) e soja (SMITH & NELSON, 1986 e HANWAY & WEBER, 1971). A mesma variabilidade tem sido constatada para a taxa de acúmulo de matéria seca nos grãos de trigo (GEBEYEHOU *et alii*, 1982b), milho (HARTUNG *et alii*, 1989), aveia (TAKEDA & FREY, 1976 e WYCH *et alii*, 1982), arroz (JONES *et alii*, 1979), feijão (HSU, 1979) e soja (EGLI *et alii*, 1984).

Trabalhando com 112 entradas para determinar o genótipo ideal de feijão para uma dada região, SCULLY & WALLACE (1990) encontraram variação na taxa de enchimento do grão de 1,2 a 9,5 g/m²/dia, com média de 5,6 g/m²/dia, enquanto a duração do enchimento do grão variou de 44,2 a 83 dias, com média de 62,9 dias.

No estudo de enchimento do grão, duas hipóteses são possíveis: o tamanho final do grão depende da duração do período de seu enchimento ou, então, a duração é regulada pelo tamanho potencial do grão. Qualquer que seja a hipótese aceita, ela indicará uma associação positiva entre duração e peso final do grão (GEBEYEHOU, *et alii*, 1982b). No entanto HSU (1979), trabalhando com duas cultivares de diferentes tamanhos de grão, encontrou que ambas atingiram a maturidade fisiológica com a

mesma idade e, desse modo, concluiu que a diferença entre tamanho do grão, neste caso, pode ser atribuída a diferenças na taxa de crescimento e não à duração do desenvolvimento.

OLIKER *et alii* (1978) informam que o crescimento e desenvolvimento do feijoeiro são alterados de acordo com as condições ambientais em que se desenvolve o cultivo. Neste trabalho, quando as plantas foram cultivadas no campo, as vagens e sementes alcançaram seu peso máximo 10 dias mais tarde do que as cultivadas em casa de vegetação. A principal causa dessa diferença, para os autores, parece ter sido a ocorrência de maiores temperaturas durante o período de desenvolvimento do fruto, que na casa de vegetação foi 3 a 5°C maior do que no campo. Resultados semelhantes foram obtidos por EGLI & LEGGET (1973) e DUMPHY & HANWAY (1976). Eles comentam que a variação no rendimento de uma mesma cultivar de trigo, ao longo dos anos, tem sido creditada à variação no comprimento do período de enchimento do grão, associada a uma menor temperatura. SOFIELD *et alii* (1977) também mostraram que o aumento da temperatura de 15 para 30°C durante o dia reduz a duração do enchimento do grão de trigo em até 60 dias.

No caso da taxa de enchimento do grão, ela é dependente do número de células do endosperma formadas durante as duas primeiras semanas após a antese (BROCKLEHURST, 1977) e varia apenas moderadamente com a temperatura (CHOWDHURY & WARDLAW, 1978 e SPIERTZ, 1977). Em função disso, WIEGAND & CUELLAR (1981) sugerem que a variabilidade genética na taxa de enchimento do

grão deve ser utilizada em programas de melhoramento com trigo, porque fatores genéticos determinam largamente a taxa de enchimento e fatores ambientais determinam largamente a duração do período de enchimento.

O estudo de parâmetros de enchimento do grão como forma de melhorar o rendimento das culturas tem sido intensificado nos últimos anos e alguns resultados têm sido contraditórios. Assim é que MILT (1986) reporta que um rápido crescimento vegetativo inicial e um aumento da longevidade dos tecidos fotossintetizantes, capaz de manter o processo de enchimento dos grãos por um período prolongado, é uma estratégia desejável para maximizar o rendimento de grãos no feijoeiro. Essa idéia advém dos resultados de ISQUIERDO & HOSFIELD (1983) que, avaliando feijões de diferentes arquiteturas, constataram que a planta melhorada para a arquitetura, "architype", alcançou maiores rendimentos quando comparada com as cultivares pré-existentes, por apresentar uma maior duração do enchimento e, conseqüentemente, uma melhor utilização pelos drenos. Argumentaram que isso ocorreu também devido à capacidade das plantas desse grupo em manter as folhas verdes (fontes) por mais tempo e, em função disso, prolongar a duração da fotossíntese. Em outras culturas há autores que também defendem a idéia de que a duração do enchimento do grão é mais importante em contribuir para maiores rendimentos (SOARES *et alii*, 1981; OTTAVIANO & CAMUSSI, 1981; KAPLAN & KOLLER, 1974 e GBIKPI & CROOKSTON, 1981).

Já os trabalhos de MATEO SOLANO *et alii* (1989) sugerem que, para o feijão, a melhor estratégia para a obtenção de maiores rendimentos dentro de uma amplitude de maturidade, pode ser a seleção para maior rendimento de sementes por dia. De modo semelhante, CERNA & BEAVER (1990) indicam que para manter o rendimento potencial de genótipos de maturação mais precoce, algum encurtamento significativo do período reprodutivo é necessário, com um concomitante aumento da taxa de acúmulo de matéria seca na semente. Também em culturas como soja (COSTA *et alii*, 1991), arroz (JONES *et alii*, 1979) e milho (DAYNARD & KANNENBERG, 1976), há evidências de que o rendimento de grãos foi melhor relacionado com diferenças na taxa de enchimento do grão.

Há também relatos na literatura de que os dois fatores - taxa e duração - são igualmente importantes em determinar maiores rendimentos (MILT, 1986). Outros defendem a ideia de que o aumento no rendimento do feijoeiro pode ser melhor obtido pela seleção de genótipos que enfatizem primariamente a duração da fase vegetativa e não da fase reprodutiva (SCULLY & WALLACE, 1990).

Apesar das variações dos resultados, a duração do período de enchimento do grão foi mais importante em contribuir para maiores rendimentos na maioria dos trabalhos, do que a taxa de enchimento (GEBEYEHOU *et alii*, 1982b). Entretanto, a associação positiva entre a duração do período de enchimento e dias para a maturação, encontrada em vários trabalhos (BRUCKNER

& FROHBERG, 1987; REICOSKY *et alii*, 1982 e METZER *et alii*, 1984), pode causar dificuldades em um programa de melhoramento, devido ao prolongamento do ciclo, que é uma característica indesejável para certas condições de cultivo. Contudo, os trabalhos de NELSON (1988) e CIANZIO *et alii* (1991), sugerem a possibilidade de encontrar plantas com maior período reprodutivo sem expressivo aumento no ciclo, através da redução no número de dias para o início do florescimento.

3. MATERIAL E MÉTODOS

3.1. CARACTERIZAÇÃO DO AMBIENTE

Para a realização dos estudos foram conduzidos dois experimentos, instalados em Julho e Outubro de 1991, na unidade experimental do Departamento de Biologia da Escola Superior de Agricultura de Lavras (ESAL). O referido município está situado na região fisiográfica do sul do estado de Minas Gerais, a $21^{\circ} 14'S$ de latitude e $45^{\circ} 00' W$. Grw. de longitude e apresenta uma altitude média de 920m (ANUÁRIO ESTATÍSTICO DE MINAS GERAIS, 1983/1984). Segundo OMETTO (1981), o clima da região enquadra-se na classificação Cwb. de Wilhelm Köppen. Os dois experimentos foram instalados em um Latosolo Roxo Distrófico, cuja análise química encontra-se na Tabela 1. As condições de temperatura ocorridas durante o desenvolvimento dos experimentos estão apresentadas na Figura 2.

Tabela 1 Análise química da amostra do solo da área onde foram implantados os experimentos^{*}, ESAL, Lavras-MG, 1992.

Características	Nível
pH em água	5,3
Fósforo (ppm)	16,0
Potássio (ppm)	80,0
Cálcio (meq/100cc)	2,1
Magnésio (meq/100cc)	0,5
Alumínio (meq/100cc)	0,2
Hidrogênio + Alumínio (meq/100cc)	3,9
S = Soma de bases trocáveis (meq/100cc)	2,9
T = CTC efetiva (meq/100cc)	3,1
m = Saturação de alumínio da CTC efetiva (%)	6,6
CTC a pH 7,0 (meq/100cc)	6,8
V = Saturação de bases da CTC a pH 7,0 (%)	42,0

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

3.2. CULTIVARES AVALIADAS

Nos dois experimentos foram avaliadas as mesmas cultivares, escolhidas por diferirem em relação ao hábito de crescimento, ciclo e tamanho do grão (Tabela 2). Alguns desses materiais já estão em uso pelos agricultores, ao passo que outros são linhagens em fase final de avaliação pelo programa de

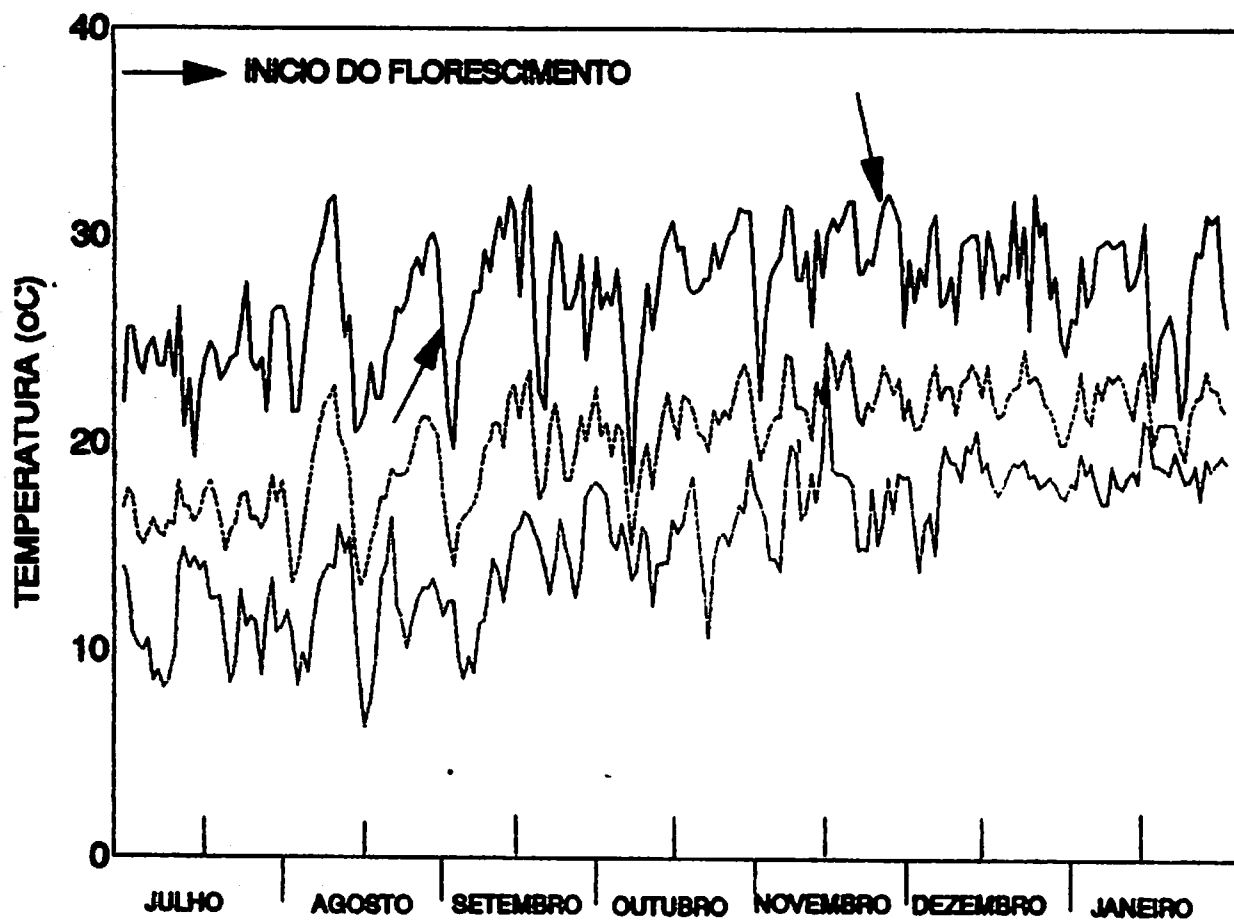


Figura 2. Condições de temperaturas máxima, média e mínima ocorridas durante o período de condução dos experimentos do outono/inverno e das "águas" de 1991. ESAL, Lavras-MG, 1992.

Tabela 2. Caracterização das cultivares utilizadas nos experimentos do período do outono/inverno e das "águas" de 1991. ESAL, Lavras-MG, 1992.

Cultivares	Origem	Hábito de Crescimento *	Ciclo (dias)	Peso de 100 sementes	Cor do Tegumento
Preto 60 dias	PESAGRO	I	70	33	preta
ESAL 665	ESAL	I	70	35	amarela
ESAL 666	ESAL	I	70	31	amarela
Milionario	UFV	II	90	16	preta
ESAL 589	ESAL	II	90	18	creme c/ estrias marrons
Ouro	EMGOPA	II	90	19	marron
ESAL 647	ESAL	II	90	19	creme c/ estrias marrons
Roxo PV	LOCAL	III	90	38	vermelha
Carioca	IAC	III	90	18	creme c/ estrias marrons
ESAL 506	ESAL	III	85	23	creme c/ estrias marrons

* I - Hábito de crescimento determinado

II - Hábito de crescimento indeterminado com guia curta

III - Hábito de crescimento indeterminado de porte semi-prostrado

melhoramento da ESAL. Para facilitar, usar-se-á a denominação de cultivar, independente do material.

3.3. DELINEAMENTO EXPERIMENTAL

Em ambos os experimentos foi utilizado o delineamento experimental em blocos ao acaso, com três repetições, sendo cada parcela constituída de 8 linhas de 5 metros, espaçadas entre si de 0.5 metro.

3.4. CONDUÇÃO DOS EXPERIMENTOS

O primeiro experimento foi semeado dia 15 de julho de 1991 e o segundo, dia 18 de outubro do mesmo ano. Na semeadura foram distribuídas 15 sementes por metro linear.

Para ambos os experimentos foi realizada, na semeadura, uma adubação básica com 500 kg/ha da formulação 4-14-8. Posteriormente, com cerca de 20 dias, foi realizada uma adubação em cobertura com 150 kg/ha de sulfato de amônio. No momento da semeadura foi aplicado, misturado ao fertilizante, o equivalente a 15 kg/ha de Granutox.

Durante o desenvolvimento da cultura foram realizadas irrigações complementares, como forma de atender às necessidades da planta. Os demais tratamentos culturais foram realizados quando necessários, na época e forma preconizadas para a cultura.

3.5. COLETA DE DADOS

Durante a condução dos experimentos foram obtidos os seguintes dados:

3.5.1. Número de dias para o florescimento:

Foi anotado o número de dias da emergência até o momento em que 50% das plantas da parcela apresentavam pelo menos uma flor aberta (início da etapa R6).

3.5.2. Pleno florescimento:

Foi anotado o número de dias decorrido da emergência até o momento em que 50% das plantas da parcela apresentavam em torno de dez flores já abertas.

3.5.3. Ciclo:

Definido como o período decorrido (dias) da emergência até a maturação fisiológica (peso seco dos grãos estabilizado).

3.5.4. Matéria seca dos grãos:

Como a parcela era constituída de 8 linhas, utilizou-se da 2ª à 6ª linha para a coleta desses dados. Para isso, quando as plantas atingiram o pleno florescimento, as flores recém-abertas (abertas no mesmo dia) foram marcadas com fios de lã. Em cada parcela foram marcadas aproximadamente 400 flores, utilizando-se de fios de diferentes cores para identificar o dia da abertura da flor.

Posteriormente, a intervalos regulares de 3 dias, eram coletadas dez vagens para a determinação da matéria seca dos grãos. Para reduzir o erro amostral, as vagens coletadas representavam o tamanho médio das vagens de cada parcela. As vagens coletadas eram levadas ao laboratório, onde se extraía os grãos, os quais eram colocados para secar em estufa de circulação forçada de ar com aproximadamente 75°C, por um período de 48 horas. Esse procedimento repetiu-se até à estabilização do peso seco dos grãos.

3.5.5. Componentes primários da produção de grãos

Após a maturação, na 7ª linha da parcela foi tomada uma amostra aleatória de 10 plantas, para se obter o número de vagens por planta, o de sementes abortadas, o de sementes normais e o peso médio de 100 sementes.

3.5.6. Produção de grãos

A produção de grãos das plantas restantes da 7ª linha, juntamente com a produção das 10 plantas, amostradas anteriormente, foram associadas para se obter a produção total de grãos por parcela, que foi, posteriormente, extrapolada para kg/ha.

3.6. ESTIMATIVAS OBTIDAS E ANÁLISE DE VARIÂNCIA DOS DADOS

3.6.1. Maturação Fisiológica

Os dados de matéria seca nos grãos de cada amostragem e em cada experimento, foram submetidos a uma análise de variância segundo o seguinte modelo matemático (STEEL & TORRIE, 1980):

$$y_{ilk} = m + r_i + c_k + (rc)_{ik} + a_l + (ar)_{il} + (ac)_{kl} + e_{(ikl)}$$

onde:

y_{ilk} : observação relativa à amostra l da cultivar k na repetição i

m : média geral

r_i : efeito da repetição i ; $i = 1, 2, 3$

c_k : efeito da cultivar k ; $k = 1, 2, \dots, 10$

$(rc)_{ik}$: efeito da interação da cultivar k com a repetição i ; erro a

a_l : efeito da amostra l ; $l = 1, 2, \dots, 11$

$(ar)_{il}$: efeito da interação da amostra l com a repetição i ; erro b

$(ac)_{kl}$: efeito da interação da cultivar k com a amostra l

$e_{(ikl)}$: efeito da interação da cultivar k , com a amostra l e com a repetição i ; erro c

Posteriormente, realizou-se uma análise conjunta dos dois experimentos, utilizando-se o seguinte modelo matemático:

$$y_{ijkl} = m + r_{i(j)} + c_k + (rc)_{ik(j)} + a_l + (ra)_{il(k)} + (ac)_{kl} + t_j + (tc)_{jk} + (ta)_{jl} + (tca)_{jkl} + e_{ikl(j)}$$

onde:

- y_{ijkl} : observação relativa à amostra l da cultivar k na repetição i na época j
- m : média geral
- $r_{i(j)}$: efeito da repetição i dentro da época j; i = 1,2,3 e j = 1,2
- c_k : efeito da cultivar k; k = 1,2,...,10
- $(rc)_{ik(j)}$: efeito da interação da repetição i com a cultivar k, dentro da época j - erro a
- a_l : efeito da amostra l; l = 1,2,...,11
- $(ra)_{il(k)}$: efeito da interação da repetição i com a amostra l, dentro da cultivar k - erro b
- $(ac)_{kl}$: efeito da interação da amostra l com a cultivar k
- t_j : efeito da época j
- $(tc)_{jk}$: efeito da interação da época j com a cultivar k
- $(ta)_{jl}$: efeito da interação da amostra l com a época j
- $(tca)_{jkl}$: efeito da interação da amostra l com a época j com a cultivar k
- $e_{ikl(j)}$: efeito do erro experimental médio - erro c

Com os dados médios da matéria seca dos grãos de cada cultivar, nas diferentes épocas de coletas, foi estimada uma equação logística utilizando procedimento semelhante ao

proposto por DARROCH & BAKER (1990). A equação logística utilizada foi:

$$W = A / (1 + (B \cdot \exp^{-kt})) ,$$

onde:

W: peso médio dos grãos;

A: estimativa assintótica do crescimento máximo;

t: número de dias decorrido do início da marcação da flor até a coleta das vagens;

B e k: constantes de ajustamento.

Foi assumido que o enchimento do grão estabilizou-se quando $W = 0,95A$. Sendo assim, esse foi considerado o momento final da maturação fisiológica. A partir desses dados estimou-se:

3.6.2. Duração do enchimento do grão (D):

Definido como sendo o número de dias decorrido do pleno florescimento (início da marcação das flores) até à maturação fisiológica (95% da estimativa assintótica).

3.6.3. Taxa de acúmulo de matéria seca nos grãos (T):

Dada pela expressão:

$$T = \text{Rendimento de grãos (kg/ha)} / D, \text{ com os resultados convertidos para g/m}^2\text{/dia.}$$

Utilizando-se as estimativas médias de D e T obtidas em cada experimento, foi realizada uma análise de variância segundo o seguinte modelo matemático:

$$y_{jk} = m + t_j + c_k + (tc)_{jk}$$

onde:

y_{jk} : observação relativa a cultivar k na época i

m : média geral

t_j : efeito da época j; j = 1,2

c_k : efeito da cultivar k: k = 1,2,...,10

$(tc)_{jk}$: efeito da interação da época j com a cultivar k, erro experimental

3.6.4. Rendimento diário de grãos:

Foi obtido pela divisão do rendimento de grãos (kg/ha) pelo ciclo, com os resultados expressos em kg/ha/dia.

3.6.5. Percentagem de Sementes Abortadas:

Este dado foi obtido pela divisão do número dos grãos abortados pelo número total de grãos e multiplicando-se o resultado por 100.

3.6.6. Componentes primário e produtividade de grãos:

Os dados do número de vagens/planta, de sementes/vagem,

peso de 100 sementes, rendimento de grãos em kg/ha e percentagem de grãos abortados (transformados para $\arcsin \sqrt{x/100}$) foram submetidos à análise de variância: inicialmente por experimento e, posteriormente, conjunta (STEEL & TORRIE, 1980), segundo o seguinte modelo matemático:

$$Y_{ijk} : m + r_{i(j)} + c_k + t_j + (ce)_{jk} + e_{(ijk)}$$

onde:

y_{ijk} : observação relativa a cultivar k na repetição i na época j

m : média geral

$r_{i(j)}$: efeito da repetição i dentro da época j; i = 1,2,3

c_k : efeito da cultivar k; k = 1,2,...,10

t_j : efeito da época j; j = 1,2

$(ce)_{jk}$: efeito da interação da cultivar k na época j

$e_{(ijk)}$: efeito do erro experimental médio

3.6.7. Estimativa das correlações

Estimou-se a correlação linear entre os pares de caracteres avaliados, utilizando metodologia semelhante à apresentada por STEEL & TORRIE (1980).

4 . RESULTADOS E DISSCUSSÃO

4.1. ASPECTOS DA FASE VEGETATIVA

As cultivares diferiram com relação à duração do ciclo e das diferentes etapas do desenvolvimento consideradas (Tabela 3). Isso era esperado, haja vista que foram escolhidas cultivares que diferissem nessas características. Chama a atenção o maior número de dias para a emergência da cultivar Preto-60 dias. Esse resultado é coerente com os apresentados por VIEIRA & FONSECA (1986) que mostram ter as cultivares com grãos maiores, problemas na germinação e emergência, especialmente quando armazenadas por longos períodos. Contudo, em outros feijões de grãos grandes, como Roxo PV, ESAL 665 e ESAL 666, a mesma tendência não foi observada. VON PINHO *et alii* (1992), avaliando a velocidade de emergência de cultivares de feijão sob condições de baixa temperatura, também não constataram correlação entre o tamanho do grão e a velocidade de germinação.

O fato mais expressivo na Tabela 3, é a diferença na

duração das diversas etapas de desenvolvimento, em função da época de semeadura. Quando os feijões foram semeados em julho, época do outono-inverno, a emergência foi mais demorada e, principalmente, a duração do período da emergência ao início do florescimento. No outono-inverno, da emergência ao florescimento, gastou-se, em média, 11,7 dias a mais do que no período das "águas". Essa diferença é devida a fatores climáticos, especialmente temperatura, visto que as cultivares utilizadas são insensíveis ao fotoperíodo e que a deficiência de precipitação - chuva - nas duas épocas foi suprida pela irrigação. Observa-se na Figura 02, que as temperaturas durante os meses de julho, agosto e setembro, quando ocorreram a emergência e o florescimento na época de outono-inverno, foram bem inferiores às verificadas em outubro, novembro e dezembro, meses em que ocorreram a emergência e o florescimento na época das "águas".

Trabalhos conduzidos na mesma região - Sul de Minas Gerais - têm mostrado que a emergência do feijoeiro é muito afetada pela temperatura e, quando essa é realizada no mês de julho, há um atraso expressivo, especialmente quando a cultivar apresenta pequena tolerância à emergência em baixa temperatura (VON PINHO, *et alii*, 1989 e ALCANTARA, 1990).

Diversos trabalhos na literatura têm mostrado que tanto o número de dias para o início do florescimento (CARRIEL *et alii*, 1990 e WALLACE, 1985) como o ciclo (ARAÚJO *et alii*, 1989; CHAGAS *et alii*, 1983 e VIEIRA, 1978) são caracteres fortemente

influenciados pela temperatura. MUHAMED & WALLACE (1979) indicam que as diferenças entre as temperaturas diurnas e noturnas têm um papel fundamental no tempo de florescimento do feijoeiro e WALLACE *et alii* (1991) encontraram que temperaturas altas favorecem a antecipação do aparecimento da primeira flor.

Como consequência do atraso no florescimento, houve aumento na duração do ciclo no outono-inverno em relação ao período das águas (Tabela 3). Em média, os feijões cultivados na primeira época foram 15 dias mais tardios que o das águas. Há de se ressaltar que o ciclo das cultivares no período das águas foi inferior ao que normalmente é relatado para essas cultivares. Isso ocorreu, como já salientado, pela maior temperatura prevalescente nesta época.

Baseado no número de dias necessários para se completar o ciclo encontrado nas duas épocas, foi possível agrupar as cultivares em precoces (Preto 60 dias, ESAL 665 e ESAL 666), intermediárias (Roxo-PV e ESAL 506) e normais (Milionário, ESAL 589, ESAL 647, Carioca e Ouro).

4.2. RENDIMENTO DE GRÃOS E SEUS COMPONENTES

Inicialmente, é preciso enfatizar que estão sendo considerados como componentes primários do rendimento de grãos aquelas características mais diretamente associadas com esse caráter, isto é, número de vagens/planta, número de sementes/vagem e peso médio de 100 sementes.

Tabela 3. Número médio de dias para a emergência, início da floração e ciclo das cultivares de feijão utilizadas nos experimentos conduzidos no período de outono/inverno e "águas" de 1991. ESAL, Lavras-MG, 1992.

CULTIVARES	Época de Semeadura					
	OUTONO/INVERNO			"ÁGUAS"		
	Emergência	Floração*	Ciclo**	Emergência	Floração*	Ciclo**
ESAL 665	10	35	67	9	28	56
Millionario	12	52	94	8	37	76
ESAL 589	10	53	95	7	39	78
Roxo PV	11	45	84	8	33	70
Ouro	12	51	94	8	38	77
ESAL 647	11	52	93	8	38	76
ESAL 666	9	37	67	9	28	57
Preto 60 dias	14	35	64	9	28	53
Carioca	10	53	94	8	38	73
ESAL 506	10	49	89	8	38	72
MEDIA	10,9	46,2	84,1	8,2	34,5	68,8

* Floração: número de dias da emergência a floração média (50% das plantas com no mínimo uma flor)

** Ciclo: número de dias da emergência a maturação fisiológica (peso seco dos grãos estabilizado)

Em cada época, a análise de variância (Tabelas A1 e A2) mostrou que houve diferença significativa entre as cultivares estudadas para o rendimento de grãos e seus componentes. O resumo das análises de variância conjunta é apresentado na Tabela 4. Aqui também, todas as fontes de variação foram altamente significativas, exceto os efeitos de época e da interação cultivar x época para o rendimento de grãos.

Chamam a atenção os coeficientes de variação (CV) obtidos, que avaliam a precisão dos experimentos (STEEL & TORRIE, 1980). Constatou-se que, de modo geral, as características foram obtidas com precisão variável, isto é, o número de sementes por vagem foi a que apresentou melhor precisão (CV= 9,24%) e número de vagens por planta a pior (CV=18,99%). Contudo, mesmo neste último caso, o coeficiente de variação está dentro dos limites de precisão considerados aceitáveis em trabalhos desta natureza (GOMES, 1987). Há de salientar, contudo, que o "CV" obtido para o rendimento de grãos (16,71%) está abaixo do que tem sido normalmente encontrado para os experimentos de avaliação de cultivares na região, que em média foram de 24,6% (ABREU *et alii*, 1992b), mostrando a boa precisão com que foi obtida essa característica.

Os resultados médios obtidos para o rendimento de grãos são apresentados na Tabela 5. Como já evidenciado na análise de variância, não houve diferença significativa no rendimento médio entre as épocas. Em trabalhos conduzidos envolvendo essas duas épocas na região, foram encontrados resultados semelhantes a

Tabela 4. Resumo das análises de variância conjunta das características: número médio de vagens/planta, número de sementes/vagem, peso de 100 sementes e rendimento (kg/ha) obtidas nos experimentos conduzidos no período do outono/inverno e das "águas" de 1991. ESAL, Lavras-MG, 1992.

Fontes de Variação	G.L.	Quadrados Médios			
		Número médio de Vagens/Planta	Número de Sementes/Vagem	Peso médio de 100 sementes	Rendimento
Repetição/Época	4	3,725	0,019	5,386	93.371,049
Cultivares (C)	9	16,814 **	2,887 **	183,905 **	440.190,479 **
Época (E)	1	20,300 **	2,270 **	392,919 **	11.079,356
E X C	9	8,433 **	0,367 *	85,630 **	100.062,013
Erro Médio	36	2,788	0,188	5,833	72.050,678
C.V. (%)		18,99	9,45	11,34	16,42

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

Tabela 5. Rendimento médio de grãos (kg/ha) obtido pelas cultivares de feijão avaliadas nos experimentos do outono/inverno e "águas" de 1991. ESAL, Lavras-MG, 1992.

CULTIVARES	OUTONO/ INVERNO	ÁGUAS	MÉDIA*
ESAL 665	1362	1458	1410 de
Millionário	1983	1797	1891 ab
ESAL 589	2077	2070	2074 a
Roxo PV	1536	1390	1463 cde
Ouro	1428	1750	1589 bcd
ESAL 647	1818	1360	1589 bcd
ESAL 666	1287	1659	1473 cde
Preto 60 dias	1025	1310	1168 e
Carioca	1745	1817	1781 abc
ESAL 506	1903	1825	1864 ab
Média	1616	1643	1630
C. V. (%)	18,15	14,64	16,42

* - Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si pelo teste de Duncan ao nível de 5% de probabilidade.

esses por RAMALHO *et alii* (1992), onde a época de semeadura explicou apenas 0,21% da variação no rendimento médio das cultivares. Contudo, ALCANTARA (1990) constatou diferenças marcantes no efeito da época de semeadura no rendimento médio das cultivares avaliadas. Essas diferenças de resultados devem ser atribuídas, provavelmente, à variação na incidência de doenças entre as épocas, nos diferentes experimentos, haja vista que todos os resultados mencionados foram de experimentos

conduzidos no mesmo local e, evidentemente, em condições climáticas semelhantes.

Quando se compara o rendimento de grãos das cultivares, na média das duas épocas (Tabela 5), constata-se que a cultivar mais produtiva foi a ESAL 589, embora não diferisse estatisticamente das cultivares Milionário, Carioca e ESAL-506. Todas essas cultivares têm apresentado, em outros experimentos conduzidos na região, bom desempenho (ABREU *et alii*, 1992a). Os menores rendimentos foram obtidos pelas cultivares precoces Preto-60 dias, ESAL-665 e ESAL-666. Apesar de, teoricamente, ser esperado que os materiais precoces sejam menos produtivos, na literatura há controvérsias com relação ao desempenho dos materiais precoces, em relação aos de ciclo normal. Assim é que, em trabalhos conduzidos no CIAT-Colômbia, envolvendo 19 populações segregantes, foi constatado que cada dia de aumento no ciclo reduzia o rendimento de grãos em 74 kg/ha (WHITE & SINGH, 1991). Já em trabalhos conduzidos na ESAL, materiais precoces apresentaram desempenho semelhante aos de ciclo normal (RAMALHO *et alii*, 1992). A discrepância nesses resultados deve ser atribuída a fatores ambientais, especialmente climáticos, isto é, dependendo das condições de temperatura e precipitação, os feijões precoces podem, em certas situações, ser tão produtivos quanto os de ciclo normal.

Os resultados obtidos para o número de vagens/planta, de sementes/vagem e o peso de 100 sementes foram diferentes daqueles encontrados para o rendimento. A primeira discrepância

diz respeito ao efeito da época de semeadura, que afetou as três características: no período outono-inverno foi menor o número de vagens/planta e de sementes/vagem, não ocorrendo o mesmo em relação ao peso de 100 sementes (Tabela 6). Essa variação no comportamento dos três componentes de rendimento, entre épocas, deve ter contribuído para que não houvesse variação no rendimento entre épocas. Este fato tem sido evidenciado em outras oportunidades (FERNANDES, 1989 e ADAMS, 1967).

Um outro parâmetro de grande importância para se avaliar sobretudo a perda de potencial de produtividade das cultivares, aliado ao número de flores e vagens que caem, é o número de sementes abortadas. Neste trabalho foi estimada a percentagem de grãos abortados e constatou-se que o F foi altamente significativo ($P < 0.01$) para as fontes de variação, épocas e interação cultivar x épocas (Tabela 7).

Na semeadura das águas, a percentagem de grãos abortados foi quase o dobro da observada no outono-inverno (Tabela 8). Considerando que nas águas observou-se um maior número de vagens/planta e sementes/vagem que no outono-inverno, é possível inferir que a diferença na percentagem de aborto deva ser atribuída à diferença na competição entre os grãos em desenvolvimento nas duas épocas, isto porque após as vagens e sementes terem sido estabelecidas, o nível de abortamento depende sobretudo da capacidade da planta em suprir os grãos com fotoassimilados. Segundo ISQUIERDO & HOSFIELD (1983), os grãos em desenvolvimento competem por água, nutrientes e

Tabela 6. Número de vagens/planta, número de sementes/vagem e peso médio de 100 sementes das dez cultivares de feijão avaliadas nos experimentos conduzidos no outono/inverno e período das "águas" de 1991. ESAL, Lavras-MG, 1992.

CULTIVARES	OUTONO/ INVERNO * "ÁGUAS" MÉDIA			OUTONO/ INVERNO * "ÁGUAS" MÉDIA			OUTONO/ INVERNO * "ÁGUAS" MÉDIA		
	Número de vagens/planta			Número de sementes/vagem			Peso de 100 sementes (g)		
ESAL 665	6,00 cd	9,70 abc	7,85 b	3,96 cd	4,05 c	4,01 d	32,85 b	19,29 bc	26,07 b
Milionário	13,00 a	10,23 abc	11,62 a	5,32 a	5,44 ab	5,38 a	15,79 c	15,49 d	15,64 c
ESAL 589	9,93 b	11,57 ab	10,75 a	5,16 ab	5,52 ab	5,34 ab	18,93 c	17,08 cd	18,01 c
Roxo PV	5,97 cd	9,10 bc	7,54 b	3,11 d	3,95 c	3,53 d	38,60 a	21,42 ab	30,01 a
Ouro	9,57 b	12,17 a	10,87 a	4,47 abc	5,14 b	4,81 bc	15,33 c	17,01 cd	16,17 c
ESAL 647	9,52 b	7,30 c	8,41 b	4,53 abc	5,74 a	5,14 abc	18,04 c	16,35 cd	17,20 c
ESAL 666	6,07 cd	9,10 abc	7,59 b	4,13 bcd	3,92 c	4,03 b	31,10 b	23,39 a	27,25 ab
Preto 60 dias	5,0 d	8,5 bc	6,75 b	3,71 cd	4,13 c	3,92 d	34,17 ab	19,37 bc	26,77 b
Carocá	8,0 bc	7,6 c	7,80 b	4,36 abc	5,08 b	4,72 c	18,13 c	18,43 bcd	18,28 c
ESAL 506	8,2 bc	8,9 bc	8,55 b	5,19 a	5,18 b	5,19 abc	15,69 c	17,59 cd	16,64 c
MÉDIA	8,13	9,42	8,77	4,39	4,82	4,61	23,86	18,54	21,20
C.V. (%)	20,94	17,27	18,99	12,54	5,64	9,45	11,93	10,07	11,34

* - Em cada coluna médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si pelo teste de Duncan ao nível de 5% de probabilidade.

Tabela 7. Resumo da análise de variância conjunta para percentagem de sementes abortadas (dados transformados para $\text{arc. sen } \sqrt{x/100}$) dos experimentos do outono/inverno e "águas" de 1991. ESAL, Lavras-MG, 1992.

Fontes de Variação	G.L.	Quadrados Médios
Repetição/época	4	8,091
Cultivares (C)	9	23,237
Época (E)	1	633,694 **
E x C	9	225,095 **
Erro Médio	36	12,332

** - F significativo ao nível de 1% de probabilidade.

fotoassimilados, podendo ocorrer, com isso, competição entre os grãos dentro de uma mesma vagem ou mesmo de vagens diferentes. Durante essa fase, o grão funciona como um dreno e as demais partes da planta, especialmente as folhas, funcionam como fonte e o bom desenvolvimento dos grãos irá depender de um perfeito ajuste entre fonte e dreno. Quando, por algum motivo, a fonte torna-se limitante, o enchimento é prejudicado e, conseqüentemente, os últimos grãos a se desenvolverem são penalizados, podendo, em última instância, até mesmo abortar. Infere-se assim, como já salientado, que a maior percentagem média de aborto observada no período das águas reflete principalmente um maior desbalanço entre fonte e dreno observado nesta época.

É interessante salientar que, de um modo geral, as cultivares com grãos maiores, isto é, ESAL 665, ESAL 666, e Preto 60 dias foram as que apresentaram maior percentagem média

de aborto. Coincidentemente, estas cultivares foram as com menor número de vagens e de grãos por vagem, ou seja, menor número de grãos por planta. Depreende-se assim que, nas cultivares de grãos maiores, apesar do número de sementes ser menor, a demanda por fotoassimilados para o enchimento de cada grão é tão acentuada que provoca uma competição mais intensa, acarretando maior percentagem de aborto.

Tabela 8. Percentagem média de abortamento de sementes (dados transformados para $\text{arc. sen } \sqrt{x/100}$) das dez cultivares avaliadas nos experimentos conduzidos no outono-inverno e "águas" de 1991. ESAL, Lavras-MG, 1992.

CULTIVARES	OUTONO/ INVERNO*	ÁGUAS	MÉDIA
ESAL 665	4,3 de	32,2 a	18,2 ab
Milionário	10,7 abc	9,5 c	10,1 c
ESAL 589	10,0 abcd	11,5 c	10,7 bc
Roxo PV	4,6 cde	22,4 b	13,5 abc
Ouro	17,3 a	9,3 c	13,3 abc
ESAL 647	8,2 bcd	12,8 c	10,5 bc
ESAL 666	9,1 bce	27,6 ab	18,3 a
Preto 60 dias	3,1 e	31,4 ab	17,3 abc
Carioca	15,9 ab	8,6 c	12,2 abc
ESAL 506	15,1 ab	10,0 c	12,6 abc
Média	9,8	17,5	13,7
C. V. (%)	21,04	14,04	17,01

* Em cada coluna, médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si pelo teste de Duncan ao nível de 5% de probabilidade.

Este fato é particularmente importante, porque essas cultivares são precoces e, como será mostrado, possuem um menor período de enchimento dos grãos, incrementando assim os danos advindos da competição. Segundo WHITE & ISQUIERDO (1991), mais de 20% na redução do rendimento de grãos no feijoeiro deve ser atribuída ao aborto dos grãos. Os mesmos autores salientam que ainda permanece para ser demonstrado se o aborto ocorre devido ao defeito no desenvolvimento ou se é simplesmente causado por uma insuficiência de fotoassimilados. Os resultados obtidos neste trabalho reforçam a tese de que essa última hipótese seja a mais expressiva na determinação do nível de aborto.

Esses resultados mostraram que há necessidade de se preocupar com todos os fatores ambientais capazes de aumentar a competição por fotoassimilados entre os grãos, após o florescimento até próximo à colheita, para se atingir o potencial produtivo máximo de rendimento de cada cultivar.

4.3. ASPECTOS DA FASE REPRODUTIVA

Como fase reprodutiva, designou-se neste trabalho, o período compreendido entre o pleno florescimento, quando se realizou a marcação das flores, até a maturação fisiológica. Para se conhecer melhor a fase reprodutiva das cultivares envolvidas no estudo, foi estimado o acúmulo de matéria seca nos grãos. A análise de variância para esse caráter, nas diferentes amostragens e nas duas épocas de semeadura, apresentada na

Tabela 9, mostra que o F foi altamente significativo para todas as fontes de variação ($P < 0,01$). Merece destaque a boa precisão com que foi avaliada essa característica ($CV = 9,72\%$).

Como as cultivares diferem amplamente no tamanho dos grãos, a diferença no acúmulo médio de matéria seca ao longo das amostragens era esperado (Tabela 10). Assim, os maiores acúmulos foram obtidos pelas cultivares ESAL 666, Roxo-PV, Preto-60 dias

Tabela 9. Resumo da análise de variância para acúmulo de matéria seca nos grãos das dez cultivares de feijão avaliadas nos experimentos do outono/inverno e "águas" de 1991. ESAL, Lavras-MG, 1992.

Fontes de Variação	G.L.	Quadrados Médios
Repetição (R)/Época (E)	4	1,048 **
Cultivar (C)	9	44,048 **
Erro (a) (R/E X C)	36	0,552
Amostra (A)	10	1460,230 **
Erro (b) (R/E X A)	40	0,509
A X C	90	3,933 **
Época (E)	1	8,547 **
E X C	9	17,738 **
E x A	10	9,172 **
E X C X A	90	1,176 **
Erro (c) (R/E X A X C)	360	0,269
Total	659	
C.V. (%)	9,72	

** - F significativo ao nível de 1% de probabilidade.

e ESAL 589, que apresentaram, com a excessão da ESAL 589, os maiores tamanhos dos grãos, e os menores acúmulos foram das cultivares Milionário e Ouro. Também o efeito significativo da amostragem evidentemente era esperado, haja vista que, com o decorrer do tempo, mais matéria seca deve ser acumulada nos grãos. Contudo, o que mais interessa é verificar se há interação Cultivar X Amostragem no acúmulo de matéria seca nos grãos. Como já salientado, essa interação foi altamente significativa, indicando que essas cultivares devem apresentar diferentes padrões de acúmulo de matéria seca nos grãos.

Também é expressiva a significância das interações Cultivar X Época e Época x Amostragem, isso porque ela indica que o padrão de acúmulo de matéria seca das cultivares é dependente também da época de semeadura e que, independentemente da cultivar, o padrão de acúmulo de matéria seca nas diferentes amostragens varia com a época de semeadura.

Para melhor visualizar o efeito da significância da interação tripla (Cultivar x Época x Amostragem), os dados de acúmulo de matéria seca nas diferentes amostragens - padrão de acúmulo de matéria seca - foram ajustados às curvas logísticas para cada cultivar, em cada época de semeadura. Inicialmente, é necessário enfatizar que há muitas controvérsias na literatura sobre qual o melhor procedimento estatístico que deve ser empregado para avaliar o padrão de acúmulo de matéria seca nos grãos. ISQUIERDO & HOSFIELD (1983), em trabalho semelhante com o feijoeiro, optaram pela utilização de uma equação cúbica. Já em

Tabela 10. Acúmulo de matéria seca dos grãos (g/10 vagens) a partir do florescimento das 10 cultivares de feijão avaliadas nos experimentos conduzidos no outono/inverno (1) e das "águas" (2) de 1991. ESAL. Lavras-MG, 1992.

CULTIVARES	EXPs.	Número de dias após o início do florescimento										
		06	09	12	15	18	21	24	27	30	33	36
ESAL 665	1	0,013	0,059	0,243	0,776	2,447	5,265	8,171	11,740	12,618	13,455	13,213
	2	0,019	0,065	0,273	1,081	2,316	5,866	8,405	11,736	11,495	11,078	11,304
Milionário	1	0,005	0,021	0,075	0,346	1,122	1,935	3,715	5,666	7,743	9,099	9,761
	2	0,007	0,052	0,245	1,000	2,709	4,389	5,887	7,276	9,150	9,673	9,827
ESAL 589	1	0,004	0,027	0,109	0,493	1,727	2,927	5,685	7,953	11,123	12,298	13,732
	2	0,010	0,060	0,320	1,211	3,045	5,142	7,397	8,764	10,686	11,833	11,512
Roxo PV	1	0,014	0,073	0,318	1,283	3,351	6,064	7,292	11,730	14,013	13,951	14,328
	2	0,009	0,036	0,131	0,583	1,881	4,008	6,590	9,056	10,723	11,217	11,204
Ouro	1	0,004	0,018	0,075	0,262	0,859	1,601	3,182	5,649	7,712	9,579	10,446
	2	0,004	0,031	0,218	0,749	2,025	3,951	6,096	7,856	9,403	10,587	10,593
ESAL 647	1	0,003	0,023	0,107	0,399	1,289	2,586	4,727	6,965	9,153	10,913	10,846
	2	0,011	0,052	0,331	1,170	3,565	4,522	6,998	8,549	10,457	10,670	10,412
ESAL 666	1	0,030	0,060	0,228	1,107	2,480	5,062	8,423	12,667	13,408	13,514	13,514
	2	0,016	0,064	0,232	1,004	1,608	5,995	8,735	10,513	11,215	12,178	12,101
Preto 60 dias	1	0,018	0,088	0,365	1,217	3,122	5,963	9,843	14,074	14,370	14,069	14,037
	2	0,020	0,074	0,311	1,185	3,351	5,835	9,075	11,543	11,339	11,048	11,222
Cartoca	1	0,005	0,027	0,093	0,469	1,341	2,782	4,995	7,769	10,213	12,114	12,258
	2	0,013	0,061	0,371	1,206	3,656	6,342	8,929	10,933	11,959	12,413	12,627
ESAL 506	1	0,010	0,037	0,124	0,524	1,826	4,260	5,937	8,004	9,493	11,099	11,200
	2	0,013	0,061	0,371	1,206	3,656	6,342	8,929	10,933	11,959	12,413	12,627
	2	0,014	0,077	0,314	1,398	3,247	6,104	8,526	10,678	11,535	11,480	11,037

outras situações, envolvendo espécie diferente, foi constatado que um bom ajuste era obtido com uma equação quadrática (NASS & REISER, 1975 e BRUCKNER & FROHBERG, 1987). Contudo, DARROCH & BAKER (1990) sugerem que as equações quadráticas e cúbicas só são aconselháveis quando há queda no peso seco máximo nas últimas amostragens.

Considerando que neste trabalho não se constatou redução no acúmulo de matéria seca nos grãos nas últimas amostragens, e que o significado biológico dos parâmetros das equações quadráticas e cúbicas são de difícil interpretação (CALBO *et alii*, 1989), optou-se pela utilização de uma curva logística. Em todos os casos, o ajuste dos dados à curva logística foi muito bom (R^2 sempre maior que 0.96), indicando que o procedimento estatístico adotado foi eficiente (Figuras A1 a A5).

Um comentário adicional que necesssita ser feito é que as flores foram etiquetadas em pleno florescimento e foram coletadas 10 vagens por planta. Esse procedimento foi adotado principalmente para evitar problemas de amostragem, isto é, se em cada amostragem fossem tomadas todas as vagens de um grupo de plantas poder-se-ia ter um problema sério de erro amostral, já que não há um perfeito sincronismo no florescimento entre plantas, e nem no número de vagens por planta. Procedimento semelhante a este foi adotado por ISQUIERDO & HOSFIELD (1983), para a cultura do feijoeiro. Eles coletaram cinco plantas e amostraram apenas as vagens do quarto, quinto e sexto nós para

determinar o acúmulo de matéria seca dos grãos. Adotaram esse procedimento para se ter vagens de idades semelhantes. No caso do presente estudo, como as flores foram marcadas, só foram coletadas vagens de mesma idade e, portanto, o nível de precisão foi maior do que o dos referidos autores, porque mesmo coletando vagens de um determinado ponto na planta, ainda podem ocorrer diferenças no sincronismo do florescimento.

A resposta ao acúmulo de matéria seca no grão, em função das variações genotípicas e ambientais, são mostradas nas Figuras A1 a A5. Para facilitar a visualização dos resultados, plotou-se em um mesmo gráfico o padrão de acúmulo de matéria seca das cultivares Milionário, ESAL-589, ESAL-666 e Preto-60 dias (Figura 3), escolhidas por apresentarem diferenças marcantes no tamanho do grão e no ciclo. Verifica-se que as cultivares precoces (Preto-60 dias e ESAL-666) apresentaram um padrão de acúmulo de matéria seca bem distinto das cultivares de ciclo normal. Esse mesmo fato é observado entre as épocas (Figura 4). Resultados semelhantes foram obtidos por HSU (1979), que avaliou o acúmulo de matéria seca nos grãos de cultivares de grãos grandes e pequenos. Ele observou que a cultivar de grãos maiores apresentava um acúmulo de matéria seca inicial muito lento, seguido de um período curto de intensa acumulação de matéria seca e posterior estabilização, ao passo que na cultivar de grãos pequenos o acúmulo de matéria seca foi por um período mais longo, e o período de intensa acumulação foi mais prolongado. Esses resultados indicam que, provavelmente, as

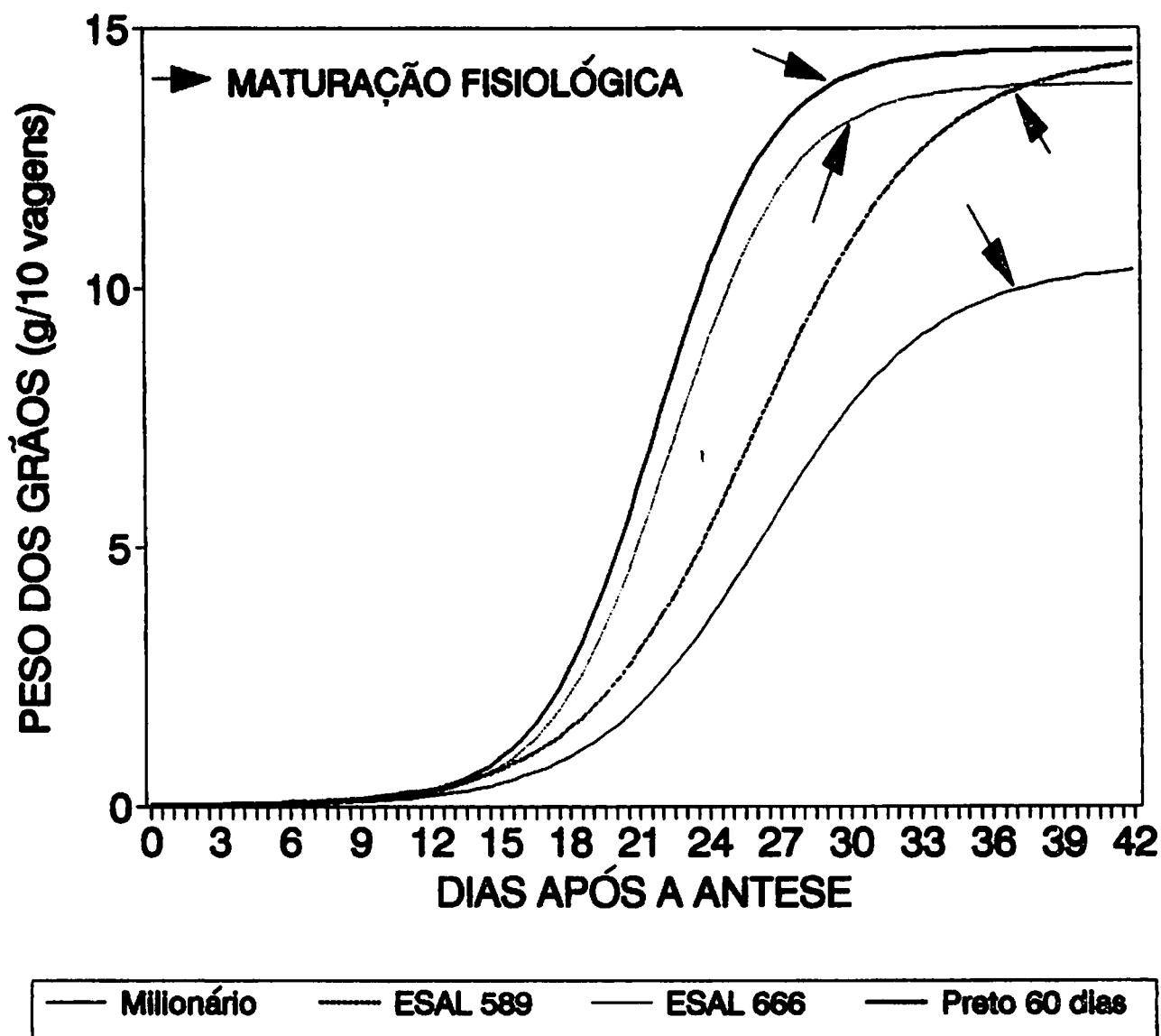


Figura 3. Padrão de acúmulo de matéria seca nos grãos de quatro cultivares de feijão, avaliadas no experimento de outono/inverno de 1991. ESAL, Lavras, 1992.

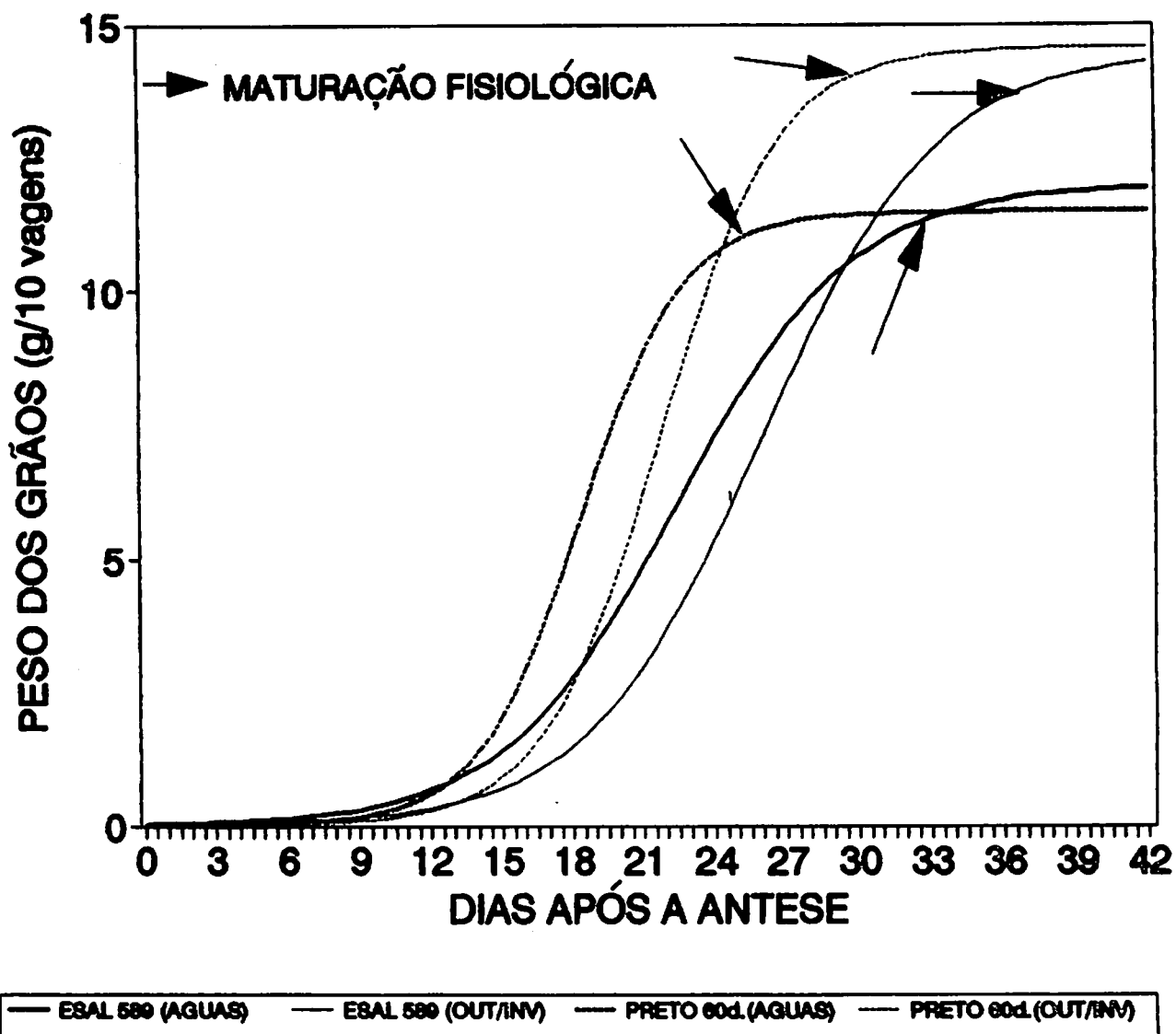


Figura 4. Padrão de acumulo de matéria seca nos grãos das cultivares de feijão ESAL 589 e Preto 60 dias, em função das épocas de plantio, avaliadas nos experimentos do outono/inverno e das "águas" de 1991. ESAL, Lavras-MG, 1992.

cultivares de grãos maiores devem ser mais sensíveis às alterações de ambiente ocorridas durante o período de enchimento do grão, especialmente se esse coincide com o curto período de intensa acumulação de matéria seca.

A utilização de uma curva logística para representar o padrão de acúmulo de matéria seca impõe uma séria restrição no estabelecimento do momento em que a acumulação de matéria seca no grão é paralisada, pois ela não possui um ponto de máximo. Para solucionar esse impasse, utilizou-se como critério, estabelecer o final da duração do período de enchimento do grão, como sendo o momento em que a matéria seca do grão correspondia a 95% do valor da matéria seca assintótica da curva logística. Utilizando-se esse critério, foi possível estabelecer o número médio de dias para o máximo acúmulo de matéria seca de todas as cultivares.

A análise de variância desses resultados (Tabela 11) mostrou que há diferenças significativas entre as cultivares e as épocas de semeadura para essa característica. Assim pode-se inferir que a diferença no ciclo das cultivares deve ser atribuído a diferenças, em maior proporção, do período da emergência ao florescimento e também na duração do período do enchimento dos grãos.

O número de dias para o acúmulo de matéria seca no outono-inverno foi maior do que no período das águas (Tabela 12). Sabe-se que para muitas espécies o número de dias para o florescimento depende da quantidade de calor - unidade térmica -

Tabela 11. Resumo da análise de variância conjunta para a taxa e duração do enchimento dos grãos dos experimentos do outono/inverno e "águas" de 1991. ESAL, Lavras-MG, 1992.

F. V.	G. L.	Quadrados Médios	
		Duração	Taxa
Época	1	57,800 **	2,204 *
Cultivares	9	16,578 **	0,683
Erro Médio	9	1,244	0,367
C. V. (%)		3,450	11,99

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

recebido pela planta (SOUZA, 1989). Por esses resultados pode-se inferir também que, quanto maior a quantidade de unidade térmica recebida pela planta, mais rápido será o período de enchimento dos grãos.

Considerando a média das duas épocas, as cultivares com maior duração no acúmulo de matéria seca foram Milionário, Ouro, ESAL-589 e ESAL-647, gastando em média cerca de 35 dias para o enchimento do grão. As cultivares com menor duração deste período foram as precoces Preto 60 dias, ESAL 665 e ESAL 666, que gastaram em média 28,7 dias (Tabela 12). Reforça-se, assim, a observação anterior de que os materiais precoces, além de florescerem mais cedo, também apresentam uma menor duração do período de enchimento de grãos. Resultados coerentes com estes foram obtidos no CIAT-Colômbia, onde foram avaliadas vinte cultivares, com ciclo variando de 54 a 84 dias, a duração do

período de enchimento dos grãos apresentou uma amplitude de 30 a 40 dias e os materiais mais precoces foram também os que apresentaram menor duração do período de enchimento dos grãos (WHITE & ISQUIERDO, 1991).

Tabela 12. Duração média (dias) do período do enchimento de grãos das dez cultivares de feijão avaliadas nos experimentos do outono/inverno e "águas" de 1991, ESAL, Lavras-MG, 1992.

CULTIVARES	OUTONO/ INVERNO	ÁGUAS	MÉDIA *
ESAL 665	31	28	29,5 de
Milionário	37	34	35,5 a
ESAL 589	37	33	35,0 ab
Roxo PV	33	32	32,5 bc
Ouro	37	33	35,0 ab
ESAL 647	36	33	34,5 ab
ESAL 666	30	29	29,5 de
Preto 60 dias	29	25	27,0 e
Carioca	36	30	33,0 abc
ESAL 506	34	29	31,5 cd
Média	34,0	30,6	32,5

* - Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si pelo teste de Duncan ao nível de 5% de probabilidade.

Segundo HSU (1979), o desenvolvimento do grão deve ser separado em dois processos distintos: A) Formação da estrutura

celular básica, e B) armazenamento do material produzido, que é o período de enchimento do grão propriamente dito. Nas leguminosas, a primeira etapa é completada antes da metade do período total de enchimento do grão. Assim, os materiais de grãos pequenos apresentam uma maior duração da etapa B, do que os de grãos maiores.

Um outro parâmetro de grande utilidade fisiológica é a taxa de acúmulo de matéria seca no grão (T). Esse parâmetro tem sido estimado em várias oportunidades, para diferentes espécies. A comparação entre essas estimativas nem sempre é muito fácil, especialmente porque foram utilizados diferentes critérios para a sua obtenção. ISQUIERDO & HOSFIELD (1983), por exemplo, estimaram a taxa apenas dentro do período de máxima acumulação de matéria seca no grão. Já outros autores, utilizaram a produção total de grãos dividida pela duração (D) do enchimento de grãos (COSTA *et alii*, 1991).

Neste trabalho, a estimativa de T poderia ser obtida, entre outras opções, de duas formas: a primeira, considerando apenas as vagens amostradas, isto é, dividindo a estimativa do valor assintótico, que leva em consideração apenas as dez vagens, por D. A segunda, seria dividindo a produção total de grãos (kg/ha) por D. A primeira opção é mais precisa, pois houve um maior rigor experimental, menor erro na obtenção dos pesos das vagens; porém, é de menor utilidade prática, pois as cultivares diferem no número de vagens que produzem e na contribuição de cada vagem para o peso total de grãos e,

conseqüentemente, essa estimativa pode não representar a verdadeira taxa de acúmulo de matéria seca de uma cultivar. Por essa razão, optou-se por apresentar a segunda opção (Tabela 13). É possível observar que os valores variaram de 4,4 a 6,0 g de sementes/m²/dia, estando esses resultados dentro da amplitude de variação encontrada por SCULLY & WALLACE (1990).

A análise de variância para a taxa de acúmulo de matéria seca, em g/m²/dia, durante o período de enchimento dos grãos, mostrou que houve diferenças significativas entre as épocas, o mesmo não ocorrendo entre as cultivares avaliadas (Tabela 11). No período das águas, o acúmulo médio de matéria seca diária nos grãos foi maior que no experimento conduzido no outono-inverno. Isso provavelmente ocorreu porque neste último caso a duração do período de enchimento do grão foi maior. Embora não se detectasse diferenças significativas, observou-se que a cultivar Preto 60 dias foi a que apresentou a menor taxa (4,4 g/m²/dia), enquanto ESAL 589 e ESAL 506 apresentaram a maior.

Tabela 13. Taxa média de enchimento de grãos (grama de semente/ m^2 /dia) das dez cultivares de feijão avaliadas nos experimentos do outono/inverno e "águas" de 1991, ESAL, Lavras-MG, 1992.

CULTIVARES	OUTONO/ INVERNO	ÁGUAS	MÉDIA *
ESAL 665	4,4	5,2	4,8 ab
Milionário	5,4	5,3	5,4 ab
ESAL 589	5,6	6,3	5,9 ab
Roxo PV	4,7	4,3	4,5 ab
Ouro	3,9	5,3	4,3 ab
ESAL 647	5,0	4,1	4,6 ab
ESAL 666	4,3	5,7	5,0 ab
Preto 60 dias	3,5	5,2	4,4 b
Carioca	4,8	6,1	5,4 ab
ESAL 506	5,6	6,3	6,0 a
Média	4,7	5,4	5,1

* - Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si pelo teste de Duncan ao nível de 5% de probabilidade.

Estimou-se também o rendimento diário de grãos considerando todo o ciclo, isto é, o rendimento de grãos em kg/ha dividido pelo número de dias da emergência à colheita. Nesse caso, a análise de variância detectou diferenças significativas entre as cultivares e épocas (Tabela 14).

Os resultados médios obtidos (Tabela 15), mostraram que o efeito de épocas foi semelhante ao obtido para taxa, ou seja, no período das águas foi maior o rendimento diário de grãos.

Tabela 14. Resumo da análise de variância conjunta do rendimento diário de grãos (kg/ha/dia) dos experimentos do outono/inverno e "águas" de 1991, ESAL, Lavras-MG, 1992.

Fontes de Variação	G. L.	Quadrados Médios
Repetição/Época	4	7,405
Cultivares (C)	9	29,203 *
Época (E)	1	367,268 ***
E X C	9	17,874
Erro Médio	36	12,042

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

Entre as cultivares, Roxo PV, Ouro e ESAL 647 foram as que apresentaram o menor rendimento diário de grãos. Aqui também a ESAL 589 se destacou, sendo uma das mais produtivas em termos de rendimento de grãos/dia. É importante salientar que os materiais precoces, especialmente ESAL 665 e ESAL 666, apresentaram rendimento diário semelhante aos das melhores cultivares de ciclo normal. Em trabalho conduzido no CIAT-Colômbia (WHITE & ISQUIERDO, 1991), esse índice também foi obtido para vinte cultivares diferindo no ciclo; como mencionado anteriormente, tendo-se obtido uma média de 24,2 kg/ha/dia, com uma amplitude de variação de 12,2 a 30,8 kg/ha/dia.

Tabela 15. Rendimento diário de grãos (kg/ha/dia) das dez cultivares de feijão avaliadas no período do outono-inverno e das "águas" de 1991. ESAL, Lavras-MG, 1992.

CULTIVARES	OUTONO/ INVERNO *	ÁGUAS	MÉDIA
ESAL 665	20,3 a	26,1 ab	23,2 ab
Milionário	21,1 a	23,7 abc	22,4 ab
ESAL 589	21,8 a	26,8 ab	24,3 a
Roxo PV	18,2 a	19,9 bc	19,0 b
Ouro	15,2 a	22,7 abc	19,0 b
ESAL 647	19,6 a	17,9 c	18,7 b
ESAL 666	19,3 a	29,2 a	24,3 a
Preto 60 dias	16,1 a	24,6 abc	20,3 ab
Carioca	18,6 a	24,9 ab	21,7 ab
ESAL 506	21,4 a	25,3 ab	23,4 ab
Média	19,1	24,1	21,6
C. V. (%)	17,7	14,7	15,5

* - Em cada coluna, médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si pelo teste de Duncan ao nível de 5% de probabilidade.

4.4. CORRELAÇÃO ENTRE CARACTERES

Há inúmeros relatos de que os três componentes primários da produção normalmente correlacionam-se de forma positiva com o rendimento (RAMALHO *et alii*, 1979; GONÇALVES, 1979 e DUARTE & ADAMS, 1972). Neste trabalho, isso só não ocorreu no que se refere ao peso de 100 sementes (Tabela 16). A

Tabela 16. Estimativa das correlações entre os resultados médios do rendimento de grãos, componentes de rendimento, parâmetros de enchimento dos grãos, início do florescimento e rendimento diário das dez cultivares de feijão avaliadas nos experimentos do período de outono/inverno e das "águas" de 1991. ESAL, Lavras-MG, 1992.

	Duração	Ciclo	Sementes/ Vagem	Peso de 100 Sementes	Vagens/ Planta	Rendimento Diário	Início Florescimento	Rendimento
Taxa	-0,073	0,023	0,0481 *	-0,471 *	0,527 **	0,838 **	-0,008	0,805 **
Duração		0,946**	0,374	-0,332	0,407	-0,453 *	0,888 **	0,527 **
Ciclo			0,369	-0,323	0,325	-0,465 *	0,978 **	0,574 **
Sementes/Vagem				-0,777 **	0,567 **	0,228	0,280	0,631 **
Peso 100 Sementes					-0,745 **	-0,303	-0,245	-0,572 **
Vagens/Planta						0,411	0,220	0,682 **
Rend. Diário							-0,498 *	0,444 *
Início Floresc.								0,517 **

*, ** - Significativo ao nível de 5% e 1% de probabilidade, respectivamente.

explicação para esse resultado deve ser atribuída ao fato de que as cultivares que foram escolhidas com grãos maiores foram as mais precoces e, como já mencionado, as de menores rendimentos, o que de certa forma prejudica a comparação com os resultados da literatura. Ao contrário do que também é normalmente relatado na literatura, a correlação entre o número de vagens e de sementes/vagem foi positiva. Já a correlação entre esses dois componentes e o peso médio das sementes foi negativa e alta, o que concorda com resultados anteriormente obtidos (NIENHUIS & SINGH, 1986 e CASTOLDI, 1991): A existência dessa correlação negativa é um indicativo de competição entre os grãos por CO_2 , luz, nutrientes e água, como sugerido por DONALD (1968). Coerente com as correlações estimadas, constata-se nas Tabelas 5 e 6, que as cultivares com maior rendimento médio foram as que apresentaram maior número de vagens/planta e de sementes/vagem, isto é, as cultivares ESAL-589 e Milionário. Essas mesmas cultivares estiveram entre as de menor peso médio das sementes. Ao contrário, as precoces, de menor rendimento, foram, de modo geral, as que apresentam menor número de vagens/planta, de sementes/vagem e maior peso de 100 sementes.

A estimativa da correlação entre a duração do enchimento dos grãos e os componentes primário da produção, apesar de positiva para vagens/planta e sementes/vagem e negativa para peso de 100 sementes, não apresentou significância (Tabela 16). Já a estimativa da correlação entre a duração do enchimento de grãos e rendimento, mostra que essas duas

características são correlacionadas positivamente, isto é, as cultivares com maior duração do período de enchimento de grãos foram as que apresentaram os maiores rendimentos. Resultados coerentes com esse têm sido relatados em outras oportunidades (NELSON, 1986; GEBEYEHOU *et alii*, 1982b e PONELEIT & EGLI, 1979). ISQUIERDO & HOSFIELD (1983), avaliando 9 cultivares de feijão, atribuíram à maior duração do enchimento do grão as diferenças de produtividade encontradas em seu trabalho. Segundo eles, as cultivares mais produtivas apresentaram maior capacidade de satisfazer a demanda do dreno metabólico, por manter as folhas verdes por mais tempo, aumentando assim a duração da fotossíntese. GAY *et alii* (1980) relatam que o maior rendimento da cultivar de soja "Williams", em relação a outras cultivares, foi devido ao seu maior período de enchimento do grão (5 dias a mais), o qual foi associado com maior absorção de CO₂ neste período. Depreende-se, assim, que a duração do enchimento do grão é uma característica importante e pode auxiliar os melhoristas como critério seletivo no desenvolvimento de cultivares superiores.

Uma desvantagem que pode advir do aumento da duração do enchimento do grão é o conseqüente incremento no ciclo, que é normalmente indesejável; isto porque, como se observa na Tabela 16, houve correlação positiva e alta entre o ciclo e a duração do enchimento. Resultados semelhantes foram observados por CERNA & BEAVER (1990), REICOSKY *et alii* (1982) e METZGER *et alii* (1984). Para atenuar esse problema, poder-se-ia utilizar a

estratégia da seleção de plantas com menor número de dias para o início do florescimento, como sugerido por CIANZIO *et alii* (1991) e NELSON (1988). Assim procedendo, haveria o encurtamento do período vegetativo e prolongamento do período reprodutivo, sem nenhuma mudança significativa do ciclo.

Nesse último contexto, é necessário enfatizar que estudos envolvendo a duração do período vegetativo têm mostrado resultados discordantes. Para BINGHAM citado por BROCKLEHURST (1977), o comprimento do período vegetativo afeta o rendimento de grãos, possivelmente, por afetar a estrutura floral e, portanto, a capacidade do dreno da planta. No entanto, para EVANS & WARDLAW (1976), a variação na duração do período vegetativo contribuiu com o máximo de 10% para o rendimento final da cultura do trigo. Os resultados encontrados concordam com os de EVANS & WARDLAW (1976), já que no período das águas, quando houve redução no período vegetativo em até 15 dias, as cultivares apresentaram maior número de sementes/planta e, portanto, nenhuma redução na capacidade do dreno. Além disso, mesmo com essa redução acentuada do período vegetativo, não houve redução de rendimento das cultivares em estudo. Assim, é possível concluir que o benefício advindo do aumento da duração do enchimento dos grãos superará possíveis pequenos efeitos negativos originados do encurtamento do período vegetativo.

Considerando que no segundo experimento o início do florescimento foi reduzido em 11 dias e o período de enchimento em apenas 3,4 dias (Tabelas 3 e 12), verifica-se que o ambiente

tem maior influência na antecipação do florescimento do que na redução do período reprodutivo, mostrando assim que o florescimento é um caráter mais plástico, podendo ser alterado com menor dificuldade. Trabalhando com soja nesse sentido, NELSON (1988) conseguiu antecipar o início do florescimento em 17 dias e aumentar o período de enchimento do grão em 5,5 dias. Em seus trabalhos, ele encontrou correlação negativa entre esses dois caracteres e concluiu que a razão dessa correlação não é conhecida e, a menos que seja superada, será difícil aumentar substancialmente o período de enchimento¹ de grãos das culturas. Essa correlação negativa, no entanto, não foi encontrada neste trabalho e nem por GEBEYEHOU *et alii* (1982b). É preciso enfatizar também que GAY *et alii* (1980) consideram um período de 5 dias como suficiente para promover trocas expressivas no rendimento de grãos em soja.

Dentre os caracteres estudados, o que apresentou maior correlação com rendimento foi a taxa de enchimento, a qual foi alta e positiva ($r = 0,83$). Essa mesma observação tem sido encontrada para outras culturas (DAYNARD & KANNENBERG, 1976; JONES *et alii*, 1979 e COSTA *et alii*, 1991). Ela também foi indicada para o feijoeiro como um critério seletivo para obtenção de cultivares com maiores rendimentos por MATEO SOLANO *et alii* (1989). A existência de correlação positiva entre a taxa e dois dos principais componentes do rendimento - vagens/planta e sementes/vagem - explica, pelo menos em parte, porque a taxa contribuiu tão expressivamente para o aumento de rendimento de

grãos.

Deve ser enfatizado também que, ao contrário do que ocorreu com a duração do enchimento, a utilização da taxa como critério de seleção não terá nenhum efeito no aumento do ciclo, haja vista que não houve nenhuma correlação entre esses dois parâmetros.

A falta de associação entre a taxa e duração de enchimento de grão indica que a seleção para um caráter não tenderá a diminuir ou a aumentar o outro, isto é, o fato de se tentar aumentar a taxa de enchimento dos grãos não ocasionará redução na duração do enchimento e vice-versa, o que é um fato altamente positivo.

O problema de se utilizar a duração do período e a taxa de enchimento do grãos na seleção de plantas de feijão é a dificuldade prática de se constatar o final da maturação fisiológica de modo rápido e preciso. A utilização de amostragens periódicas das vagens para determinar o peso seco e assim estimar o momento em que não há mais acúmulo de matéria seca nos grãos - ponto de maturação fisiológica - como foi realizado neste trabalho, é inviável do ponto de vista prático. Uma outra opção é encontrar algum critério que possa ser usado mais facilmente. Um critério foi sugerido por CERNA & BEAVER (1989), que estabeleceram como final da maturação fisiológica do feijão o momento em que existisse na planta apenas duas vagens verdes. Esse critério, entretanto, precisa ser melhor investigado, sobretudo para verificar se ele varia em função de

condições ambientais ou da cultivar utilizada.

5. CONCLUSÕES

1. O padrão de acúmulo de matéria seca nos grãos variou em função da cultivar e da época de semeadura; as cultivares precoces não só floresceram com menor número de dias, como também apresentaram uma menor duração do período de enchimento dos grãos;
2. Independente da época de semeadura, as cultivares precoces apresentaram uma duração do período de enchimento de grãos em torno de 29 dias, enquanto as normais tiveram uma duração do enchimento próximo a 35 dias;
3. Tanto a taxa como a duração do enchimento de grãos correlacionaram-se positivamente com o rendimento, indicando tratar-se de caracteres que devem ser observados em programas de melhoramento visando a seleção de plantas com maiores rendimentos de grãos;

4. As cultivares com maior taxa de enchimento dos grãos foram as que apresentaram, também, maior número de vagens/planta e de sementes/vagem; além disso, a taxa não apresentou correlação significativa com o ciclo;

5. Será difícil obter cultivares com maior duração de enchimento de grãos sem afetar o ciclo total, devido à alta correlação positiva existente entre esses caracteres.

6. RESUMO

Para avaliar o padrão de acúmulo de matéria seca nos grãos e sua relação com o rendimento, foram realizados dois experimentos, um semeado em julho e o outro em outubro, implantados em um Latossolo Roxo Distrófico no Departamento de Biologia da Escola Superior de Agricultura de Lavras (ESAL). Avaliou-se nestes experimentos o acúmulo de matéria seca nos grãos, duração e taxa de enchimento, rendimento de grãos, componentes de rendimento, percentagem de sementes abortadas e rendimento diário de grãos de dez cultivares. Para a avaliação do acúmulo de matéria seca nos grãos foram amostradas, após o pleno florescimento, 10 vagens de cada parcela a intervalos regulares de 3 dias, até a estabilização do peso dos grãos. Os resultados mostraram que: o padrão de acúmulo de matéria seca nos grãos variou em função da cultivar e da época de semeadura; as cultivares precoces não só floresceram com menor número de dias, como também apresentaram uma menor duração do período de enchimento dos grãos; independente da época de semeadura, as cultivares precoces apresentaram uma duração do período de

enchimento de grãos em torno de 29 dias, enquanto as normais tiveram uma duração do enchimento próximo a 35 dias; tanto a taxa como a duração do enchimento de grãos correlacionaram-se positivamente com o rendimento, indicando, serem caracteres que devem ser observados em programas de melhoramento visando a seleção de plantas com maiores rendimentos de grãos; as cultivares com maior taxa de enchimento dos grãos foram as que apresentaram, também, maior número de vagens/planta e de sementes/vagem; além disso, a taxa não apresentou correlação significativa com o ciclo; será difícil obter cultivares com maior duração de enchimento de grãos sem afetar o ciclo total, devido à alta correlação positiva existente entre esses caracteres.

7. S U M M A R Y

To study the pattern of grain dry matter filling and its relationship with yield, two experiments were carried out under field conditions, one of them was sown on June and the other on October of 1991, on a dusk red dystrophic latosol in the experimental area of the Department of Biology at Escola Superior de Agricultura de Lavras. Grain dry matter filling, duration and rate of filling, grain yield, yield components, percentage of aborted seeds and daily dry matter yield of ten cultivars were studied. To evaluate the pattern of grain dry matter filling ten pods were regularly sampled every three days up to steady stage of weight. The results have shown that: the pattern of grain dry matter filling varied depending on cultivar and sowing season; early cultivars flowered with shorter numbers of days and had a shorter grain filling period duration; independently of sowing season, early cultivars showed a grain filling period duration around 28,7 days, while normal cultivars spent 35 days; both the rate of grain filling and grain filling duration correlated positively with yield, pointing out that

such characters should be observed in the breeding programs aiming to select plant with higher grain yield; cultivars with greater rate of grain filling also showed more numbers of pods per plants and seeds per pods. The rate of grain filling did not show significant correlation with vegetative cycle; due to a high positive correlation between grain filling period duration and vegetative cycle it will be hard to obtain cultivars with longer grain filling duration without affecting their total cycle.

8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. ABREU, A. de F.B. ; RAMALHO, M.A.P. ' & SANTOS, J.B. Desempenho e estabilidade fenotípica de cultivares de feijão em algumas localidades do Estado de Minas Gerais de 1989-1991. Ciência e Prática, Lavras, 1992. (No prelo).
2. ————— ; ————— ; ————— & MARTINS, L.A. Progresso do melhoramento genético do feijoeiro nas décadas de setenta e oitenta nas regiões Sul e Alto Parnaíba. Pesquisa Agropecuária Brasileira, Brasília, 1992. (No prelo)..
3. ADAMS, M.W. Arquitetura vegetal y eficiencia de la planta de frijol. In: CENTRO INTERNACIONAL DE AGRICULTURA TROPICAL. El potencial del frijol y de otras leguminosas de grãos comestibles in America Latina. Cali, 1973. p. 181-88.

4. ADAMS, M.W. 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.
5. ALCANTARA, J. DOS P. Alterações morfofisiológicas de cultivares de feijão (*Phaseolus vulgaris* L.) em diferentes densidades de semeadura e condições de ambiente. Lavras, ESAL, 1990. 71p. (Tese MS).
6. ANUÁRIO ESTATÍSTICO DE MINAS GERAIS - 1983/4. Belo Horizonte, Secretária de Estado do Planejamento e Coordenação Geral, Superintendência de Estatística e Informações, 1985. v.5. 647p.
7. ARAÚJO, G.A. de; VIEIRA, C.; COSTA, C.R.; OLIVEIRA, F. de; LIMA, C.A.S.; VIEIRA, R.F. & CHAGAS, J.M. Comprtamento de cultivares precoces de feijão (*Phaseolus vulgaris* L.) no Estado de Minas Gerais. Gerais, Revista Ceres, Viçosa, 36 (203):106-14, Jan./Fev. 1989.
8. ARRIEL, E.F.; RAMALHO, M.A.P. & SANTOS, J.B. Análise dialéctica do número de dias para o florescimento do feijoeiro. Pesquisa Agropecuária Brasileira, Brasília, 25(5):759-63, Maio 1990.

9. BROCKLEHURST, P. A. Factors controlling grain weight in wheat. *Nature*, London, 266(5600):348-9, Mar. 1977.
10. BRUCKNER, P.L. & FROHBERG, R.C. Rate and duration of grain fill in Spring Wheat. *Crop Science*, Madison, 27(3):451-5, May/June 1987.
11. CALBO, A.G.; SILVA, W.L.C. & TORRES, A.C. Comparação de modelos e estratégias para análise de crescimento. *Revista Brasileira de Fisiologia Vegetal*, Brasília, 1(1): 1-7, 1989.
12. CARTER, M.W.; PONELEIT, C.G. Black layer maturity and filling periods variation among inbred lines of corn (*Zea mays* L.) *Crop Science*, Madison, 13(4):436-9, July/Aug. 1973.
13. CASTOLDI, F.L. Análise das interrelações entre rendimento e diversas características agronomicas do feijoeiro (*Phaseolus vulgaris* L.), Viçosa, UFV, 1991. 73p. (Tese MS).
14. CERNA, J. Inheritance of early maturity of indeterminate dry bean. *Crop Science*, Madison, 30(6):1215-22, Nov/Dec. 1990.

15. CERNA, J. & BEAVER, J.S. A visual indicator of the physiological maturity stage of indeterminate dry bean. *Journal of Agriculture of the University of Puerto Rico*, Rio Piedras, 73(4):361-5, Oct. 1989.
16. CHAGAS, J.M.; VIEIRA, C. & BARTHOLO, G.F. Comportamento de feijão (*Phaseolus vulgaris* L.) no outono-inverno. *Revista Ceres*, Viçosa, 30(169): 224-31, Maio/Jun. 1983.
17. CHOWDHURY, S.I. & WARDLAW, F.I. The effects of temperature on kernel development in cereal. *Australian Journal Agricultural Research*, Victoria, 29(2):205-23, Mar. 1978.
18. CIANZIO, S.R. de; GREEN, D.E.; CHANG, C.S. & SHIBLES, R.M. Developmental periods in soybeans: Photoperiod-sensitive x insensitive crosses evaluated at diverse latitudes. *Crop Science*, Madison, 31(1):8-13, Jan./Feb. 1991.
19. COSTA, J.A.; TEIXEIRA, M.C.C. & MARCHESAN, E. Taxa e duração do acúmulo de matéria seca nos grãos de soja e sua relação com rendimento. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, 26(9):1577-82. Set. 1991.
20. CROSS, H.Z. Diallel analysis of duration and rate of grain filling of seven inbred lines of corn. *Crop Science*, Madison, 15(4):532-5, July/Aug. 1975.

21. DARROCH, B.A. & BAKER, R.J. Grain filling in tree spring genotypes: statical analysis. *Crop Science*, Madison, 30 (3):529-33, May/June 1990.
22. DAYNARD, T.B. & KANNENBERG, L.W. Relationships between length of the actual and effective grain filling periods and the grain yield of corn. *Canadian Journal of Plant Science*, Ottawa, 56:237-42, 1976.
23. ———; TANNER, J.W. & DUNCAN, W.G. Duration of the grain filling periods and it's relation to grain yield in corn, *Zea mays* L.. *Crop Science*, Madison, 11(1):45-7, Jan./Feb. 1971.
24. DONALD, C.M. The breeding of crop ideotypes. *Euphytica*, Wageningen, 17(3):385-403, Dec. 1968.
25. 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, Sep./Oct. 1972.
26. DUMPHY, E.J. & HANWAY, J.J. Water-soluble carboydrate accumulation in soybean plants. *Agronomy Journal*, Madison, 68(5):697-700, Sept./Oct. 1976.

27. DUNCAN, W.G.; McCLAUDE, D.E.; McGRAW, R.L. & BOOTE, K.J.
Physiological aspect of peanut yield improvement. *Crop Science*, Madison, 18(6):1015-20, Nov/Dec 1978.
28. EGLI, D.B. Species differences in seed growth characteristics. *Field Crops Research*, Amsterdam, 4:1-2, 1981.
29. ——— & LEGGETT, J.E. Dry matter accumulation patterns in determinate and indeterminate soybeans. *Crop Science*, Madison, 13(2):220-2, Mar./Apr. 1973.
30. ———; ORF, J.H. & PFEIFFER, T.W. Genotypic variation for duration of seedfill in soybean. *Crop Science*, Madison, 24(3):587-92, May/June 1984.
31. EVANS, L.T. & WARDLAW, I.F. Aspects of the comparative physiology of grain yield in cereal. *Advances in Agronomy*, New York, 28:301-59, 1976
32. FERNANDES, M.I.P.S.; 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.

33. FERNANDEZ, F.; GEPTS, P. & LOPEZ, M. Etapas de desarrollo en la planta de frijol. In: LOPEZ, M.; FERNANDEZ, F. & VAN SCHOONHOVEN, A. Frijol: investigacion e produccion. Cali, CIAT, 1985. p. 61-78.
34. FUSSEL, L.K. & PEARSON, C.J. Course of grain development and it's relationships to black regions appearance in *Pennisetum americanum* L.. Field Crops Research, Amsterdam, 1:21-31, 1978.
35. GALLAGHER, J.N.; BISCOR, P.V. & HUNTER, B. Effect of drought on grain growth. Nature, London, 264(5586):541-2, Dec. 1976.
36. GAY, S.; EGLI, D.B. & REICOSKY, D.A. Physiological aspects of yield improvement in soybeans. Agronomy Journal, Madison, 72(2):387-91, Mar./Apr. 1980.
37. GBIPKI, P.J. & CROOKSTON, R.K. Effects of floweringig on accumulation of dry matter and protein in soybean seed. Crop Science, Madison, 21(5):652-5, Sept./Oct. 1981.
38. GEBEYEHOU, G.; KNOTT, D.R. & BAKER, R.J. Rate and duration of grain filling in durum wheat cultivares. Crop Science, Madison, 22(2):337-40, Mar./Apr. 1982b.

39. GEBEYEHOU, G.; KNOTT, D.R. & BAKER, R.J. Relationships among durations of vegetative and grain filling phases, yield components, and grain yield in durum wheat cultivars. *Crop Science*, Madison, 22(2):287-90, Mar./Apr. 1982a.
40. GENTRY, H.S. Origin of the common bean (*Phaseolus vulgaris* L.). *Economic Botany*, New York, 23(1):55-69, 1969.
41. GEPTS, P.L. & BLISS, F.A. F_1 hybrid weakness in the common bean: differential geographic origin suggests two gene pools in cultivated bean germoplasm. *Journal Heredity*, Baltimore, 76: 447-50, 1985.
42. ——— & DEBOUCK, D. Origin, domestication, and evolution of the common bean (*Phaseolus vulgaris* L.). In: SCHOONHOVEN, A. & VOYOSEST, O. *Common Beans: Research for Crop Improvement*, Wiltshire, Redwood Press, 1991. p 7-53.
43. GOMES, F.P. *Curso de Estatística Experimental*. 12. ed. Piracicaba, Nobel, 1987. 466p.
44. GONÇALVES, M.C. *Correlações genotípicas, fenotípicas e de ambiente em feijoeiro comum (Phaseolus vulgaris L.)*, Viçosa, UFV, 1979. 42p. (Tese MS).

45. HANWAY, J.J. & WEBER, C.R. Dry matter accumulation in eight soybeans varieties. *Agronomy Journal*, Madison, 63:227-30, 1971.
46. HARTUNG, R.C.; PONELEIT, C.G. & CORNELIUS, P.L. Direct and correlated response to selection for rate and duration of grain fill in maize. *Crop Science*, Madison, 29(3):740-5, May/June, 1989.
47. HELSEL, D.B. & FREY, K.J. Grain yield variations in oat associated with differences in leaf duration among oat lines. *Crop Science*, Madison, 18(5):765-69, Sept./Oct. 1978.
48. HSU, F.C. A developmental analysis of seed size in common beans. *Crop Science*, Madison, 19(2):226-30, Mar./Apr. 1979.
49. ESQUIERDO, J.A. & HOSFIELD, G.L. The relationship of seed filling to yield among dry beans with differing architectural forms. *Journal of the American Society Horticultural Science*, Mount, 108(1):106-11, Jan. 1983.

50. JOHNSON, D.R. & TANNER, J.W. Comparison of corn (*Zea mays* L.) inbreds and hybrids grown at equal leaf area index, light penetration and population. *Crop Science*, Madison, 12(4):482-85, July/Aug. 1972.
51. JONES, D.B.; PETERSON, M.L. & GENG, S. Association between grain filling rate and duration and yield components in rice. *Crop Science*, Madison, 19(5):641-3, Sept./Oct. 1979.
52. KAPLAN, S.L. & KOLLER, H.R. Variation among soybeans cultivars in seed growth rate during the linear phase of seed growth. *Crop Science*, Madison, 14(5):613-4, Sept./Oct. 1974.
53. METZGER, D.D., CZAPLEWSKI, S.J. & RASMUSSEN, D.C. Grain filling duration and yield in spring barley. *Crop Science*, Madison, 24(6):1101-5, Nov./Dec. 1984
54. MUHAMMAD, A. & WALLACE, D.H. Effects of day night and mean temperature and the day/night difference in temperature on days to first flower of beans. *Agronomy Abstract*, Madison, 1979. p.89.

55. NASS, H.G. & REISER, B. Grain filling period and yield relationships in spring wheat. *Canadian Journal Plant Science*, Ottawa, 55:673-8, 1975.
56. NELSON, R.L. Defining the seed-filling period in soybeans to predict yield. *Crop Science*, Madison, 26(1):132-5, Jan./Feb. 1986.
57. NELSON, L. Response to selection for time of flowering in soybeans. *Crop Science*, Madison, 28(4):623-6, July/Aug. 1988.
58. NIENHUIS, J. & SINGH, S.P. Combining ability analysis and relationships among yield, yield components and architectural traits in dry beans. *Crop Science*, Madison, 26(1):21-7, Jan./Feb. 1986.
59. _____ & _____. Effects of localization and plant density on yield and architectural traits in dry beans. *Crop Science*, Madison, 25(4):579-84, July/Aug. 1985.
60. _____ & _____. Genetics of seed yield and its components in common bean (*Phaseolus vulgaris* L.) of Middle-American origin. I: general combining ability. *Plant Breeding*, 101(2):143-54, 1988.

61. OLIKER, M.; POLJAKOFF-MAYBER, A. & MAYER, A.M. Changes in weight, nitrogen accumulation, respiration and photosynthesis during growth and development of seed and pods of *Phaseolus vulgaris* L.. *American Journal of Botany*, Columbus, 65(3):366-71, Mar. 1978.
62. OTTAVIANO, E. & CAMUSSI, A. Phenotypic and genetic relationship between yield components in maize. *Euphitica*, Wageningen, 30(3):601-9, Dec. 1981.
63. OMETTO, J.C. *Bioclimatologia vegetal*. São Paulo, Ceres, 1981. 425p.
64. POMPEU, A.S. Melhoramento do feijoeiro. In: FUNDAÇÃO CARGILL. *Feijão: fatores de produção e qualidade*. Campinas, 1987. p.1-28
65. PONELEIT, C.G. & EGLI, D.B. Kernel growth rate and duration in maize as affected by plant density and genotype. *Crop Science*, Madison, 19(3):385-8, May/June 1979.
66. RAMALHO, M.A.P.; ANDRADE, L.A. de B. & TEIXEIRA, N.C.S. Correlações genéticas e fenotípicas entre caracteres de feijão (*Phaseolus vulgaris* L.). *Ciências e Prática*, Lavras, 3(1):63-70, Jan/Jun. 1979.

67. ———; ABREU, A. de F. & SANTOS, J.B. Desempenho de progênies precoces de feijoeiro (*Phaseolus vulgaris* L.) em diferentes épocas e locais. *Revista Ceres*, Viçosa, 1992, (No prelo).
68. REICOSKY, D.A.; ORF, J.H. & PONELEIT, C. Soybeans germoplasm evaluations for length of seed filling period. *Crop Science*, Madison, 22(2):319-22, Mar./Apr. 1982.
69. SAYED, H.I. & GADALLAH, A.M. Variation in dry matter and grain filling characteristics in wheat cultivares. *Field Crops Research*, Amsterdam, 7:61-71, 1983.
70. SCULLY, B.T. & WALLACE, D.H. Variation in and relationship of biomass, growth rate, harvest index, and phenology to yield of common bean, *Journal of the American Society for Horticultural Science*, Mount, 115(2):218-25, Mar. 1990
71. SINGH, S.P. Breeding for seed yield. In: VAN SCHOONHOVEN, A. & VOYOSEST, O.. *Common Beans: Research for Crop Improvement*. Wiltshire, Redwood Press, 1991. p 383-443.
72. SMITH, J.R. & NELSON, R.L. Relationship between seed filling periods and yield among soybean breeding lines. *Crop Science*, Madison, 26(3):469-72, May/June 1986.

73. SOARES, A.A.; GALVÃO, J.D. & SILVA, J.C. Período da polinização à formação da camada preta em grãos de milho: herança e correlação genética com alguns caracteres agronomicos. *Revista Ceres*, Viçosa, 28(155):60-70, Jan./Fev. 1981.
74. SOFIELD, I.; EVANS, L.T.; COOK, M.G. & WARDLAW, I.A. Factors influencing the rate and duration of grain filling in wheat. *Australian Journal Plant Physiology*, Victoria, 4:785-97, 1977.
75. SOUZA, F.R.S. Estabilidade de cultivares de milho (*Zea mays* L.) em diferentes épocas e locais de plantio em Minas Gerais. Lavras, ESAL, 1989, 76p. (Tese MS).
76. SPIERTZ, J.H.J. The influence of temperature and light intensity on grain growth in relation to carbohydrate and nitrogen economy of the wheat plant. *Netherlands Journal Agriculture Science*, Wageningen, 25:182- 97, 1977.
77. STEEL, R.G.D. & TORRIE, J.H. Principles and procedures of statistic . 2. ed. New York, McGraw-Hill, 1980. 633p.

78. TAKEDA, K. & FREY, K.J. Contributions of vegetative growth rate and harvest index to grain yield of progenies from *Avena sativa* x *A. sterilis* cross. *Crop Science*, Madison, 16(6):817-21, Nov./Dec. 1976.
79. VAN SCHOONHOVEN, A. & PASTOR CORRALES, M.A. Sistema estandar para la evluacion de germoplasma de frijol. CIAT, Cali-Colombia, 34p. 1987.
80. VIEIRA, C. Estudos sobre as variedades de feijão em Minas Gerais. *Informe Agropecuário*, Belo Horizonte, 4(46):25-30, 1978.
81. VIEIRA, R.F. & FONSECA, J.R. Diferenças varietais na perda de germinação de sementes de feijão. *Revista Ceres*, Viçosa, 33 (190):567-70, Nov./Dez. 1986.
82. VILHORDO, B.W.; BURIN, E.M. & GANDOLFI, V.H. Morfologia. In ZIMMERMANN, M. I. de O; ROCHA, M. & YAMADA, T. *Cultura do feijoeiro: fatores que afetam a produtividade*. Piracicaba, Associação Brasileira para a Pesquisa da Potassa e Fosfato, 1988. p 87-123.

83. VON PINHO, R.G. ; RAMALHO, M.A.P. ; FRAGA, A.C. & SANTOS, J.B.
Avaliação da capacidade de germinação de diferentes materiais de feijão (*Phaseolus vulgaris* L.) nas condições de inverno no sul de Minas. In: CONGRESSO DE POS-GRADUAÇÃO, 2, Lavras, 1989. Anais... Lavras, Esal, 1989. p.5
84. _____; _____ ; _____ & _____. Tolerância do feijoeiro (*Phaseolus vulgaris* L.) a baixas temperatura na fase de germinação e emergência. Ciência e Prática, Lavras, 1992. (No prelo).
85. WALLACE, D.H. Physiological genetics of plant maturity, adaptations and yield. *Plant Breed Review*, 2:21-167, 1985.
86. WALLACE, D.H. ; GNIFFKE, P.A. ; MASSAYA, P.N. & ZOBEL, R.W. Photoperiod, temperature and genotype interactions effects on days and nodes required for flowering of beans. *Journal American Society for Hortorticultural Science.*, Mount, 116(3):534-43, May 1991.
87. _____; OZBUN, J.L. & MUNGER, H.M. Physiological genetics of crop yield. *Advances In Agronomy*, New York, 24:97-146, 1972.

88. WHITE, J.W. & SINGH, S.P. Source and inheritance of earliness in tropically adapted indeterminate common beans. *Euphytica*, Wageningen, 55(1):15-9, May 1991.
89. ——— & ISQUIERDO, J.I. Physiology of yield potential and stress tolerance. In: VAN SCHOONHOVEN, A. & VOYSEST, O.. *Common Beans: Research for Crop Improvement*, Wiltshire, Redwood Press, 1991. p.287-382.
90. WIEGAND, C.L. & CUELLAR, J.A. Duration of grain filling and kernel weight of wheatas affected by temperature. *Crop Science*, Madison, 21(1):94-101, Jan./Feb. 1981.
91. WYCH, R.D.; MacGRAW, R.L. & STUTHMAM, D.D. Genotype X year interaction for length and rate of grain filling in oats. *Crop Science*, Madison, 22(5):1025-8, Sept./Oct. 1982.

APÉNDICE

TABELA A1. Resumo das análises de variância das características número médio de vagens/planta, sementes/vagem, peso médio de 100 sementes e rendimento (kg/ha), obtidas no experimento de outono-inverno de 1991. ESAL, Lavras-MG, 1992.

F.V.	G.L.	Quadrados		Médio	
		Vagens/planta	Sementes/vagem	Peso de 100 sementes	Rendimento
Repetição	2	7,156	0,012	9,431	178.594,386
Cultivar	9	17,766**	1,493**	250,957**	349.860,197**
Erro médio	18	2,957	0,304	8,102	86.173,607
C.V. (%)		20,94	12,54	11,93	18,15

** - F significativo ao nível de 1% de probabilidade.

TABELA A2. Resumo das análises de variância das características número médio de vagens/planta, sementes/vagem, peso médio de 100 sementes e rendimento (kg/ha), obtidas no experimento das águas de 1991. ESAL, Lavras-MG, 1992.

F.V.	G.L.	Quadrados Médios			
		Vagens/planta	Sementes/vagem	Peso de 100 sementes	Rendimento
Repetição	2	0,294	0,026	1,341	8.147,712
Cultivar	9	7,481*	1,760**	18,579**	190.392,294**
Erro médio	18	17,569	0,073	3,563	57.927,748
C.V. (%)		17,27	5,64	10,07	14,64

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

Tabela A3. Resumo da análise de variância de sementes abortadas e rendimento diário de grãos do experimento do outono-inverno de 1991. ESAL, Lavras-MG, 1992.

Fontes de Variação	G. L.	Quadrados Médios	
		Sementes abortadas	Rendim. diário
Repetição	2	12,807	13,371
Cultivar	9	86,941 **	14,552
Erro	18	13,405	11,472
C V (%)		21,04	17,69

** F significativo ao nível de 1% de probabilidade

Tabela A4. Resumo da análise de variância de sementes abortadas e rendimento diário de grãos do experimento das "águas" de 1991. ESAL, Lavras-MG, 1992.

Fontes de Variação	G. L.	Quadrados Médios	
		Sementes abortadas	Rendim. diário
Repetição	2	3,375	1,438
Cultivar	9	161,391 **	32,524*
Erro	18	11,258	12,613
C V (%)		14,04	14,74

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

Tabela A5. Resumo da análise de variância para o acúmulo de matéria seca nos grãos, durante o período do pleno florescimento ao final do enchimento dos grãos, no experimento do outono-inverno de 1991. ESAL, Lavras-MG, 1992.

Fontes de Variação	G. L.	Quadrados Médio
Repetição	2	1,953
Cultivar	9	51,867 **
Erro (a)	18	0,726
Amostra	10	786,415 **
Erro (b)	20	0,599
Cultivar X Amostra	90	3,812 **
Erro (c)	180	0,376

** - F significativo ao nível de 1% de probabilidade.

Tabela A6. Resumo da análise de variância para o acúmulo de matéria seca nos grãos, durante o período do pleno florescimento ao final do enchimento dos grãos, no experimento das "águas" de , 1991. ESAL, Lavras-MG, 1992.

Fontes de Variação	G. L.	Quadrados Médio
Repetição	2	0,090
Cultivar	9	10,173 **
Erro (a)	18	0,463
Amostra	10	692,076 **
Erro (b)	20	0,429
Cultivar X Amostra	90	1,269 **
Erro (c)	180	0,205

** - F significativo ao nível de 1% de probabilidade.

Tabela A7. Estimativa das correlações entre rendimento de grãos, componentes de rendimento, parâmetros de enchimento dos grãos, início do florescimento e rendimento diário das dez cultivares de feijão avaliadas no experimento de outono/inverno 1991. ESAL. Lavras-MG, 1992

	Duração	Ciclo	Sementes/ Vagem	Peso de 100 Vagens/ Sementes	Vagens/ Planta	Rendimento Diário	Início Florescimento	Rendimento
Taxa	0,590	0,640 *	0,690 *	-0,530	0,600	0,880 **	0,650 *	0,950 **
Duração		0,970 **	0,640 *	-0,830 **	0,880 **	0,230	0,960 **	0,810 **
Ciclo			0,590	-0,800 **	0,820 **	0,230	0,990 **	0,830 **
Sementes/Vagem				-0,870 **	0,810 **	0,580	0,620 *	0,750 **
Peso 100 Semente					-0,840 **	-0,250	-0,820 **	-0,710 *
Vagens/Planta					-	0,370	0,820 **	0,790 **
Rend. Diário							0,240	0,730 **
Início Floresc.								0,840 **

*, ** - Significativo ao nível de 5% e 1% de probabilidade, respectivamente.

Tabela A8. Estimativa das correlações entre rendimento de grãos, componentes de rendimento, parâmetros de enchimento dos grãos, início do florescimento e rendimento diário das dez cultivares de feijão avaliadas no experimento das "águas" de 1991. ESAL. Lavras-MG, 1992.

	Duração	Ciclo	Sementes/ Vagem	Peso de 100 Sementes	Vagens/ Planta	Rendimento Diário	Início Florescimento	Rendimento
Taxa	- 0,210	0,040	0,150	- 0,040	0,280	0,810 **	0,190	0,800 **
Duração		0,870**	0,650 *	- 0,510	0,390	- 0,450	0,730 **	0,410
Ciclo			0,840 **	- 0,680 *	0,280	- 0,440	0,970 **	0,560
Sementes/Vagem				- 0,880 **	0,130	- 0,310	0,900 **	0,530
Peso 100 Sementes					- 0,220	0,360	- 0,740 **	- 0,350
Vagens/Planta						0,270	0,190	0,530
Rend. Diário							- 0,370	0,490
Início Floresc.								0,610

*, ** - Significativo ao nível de 5% e 1% de probabilidade, respectivamente.

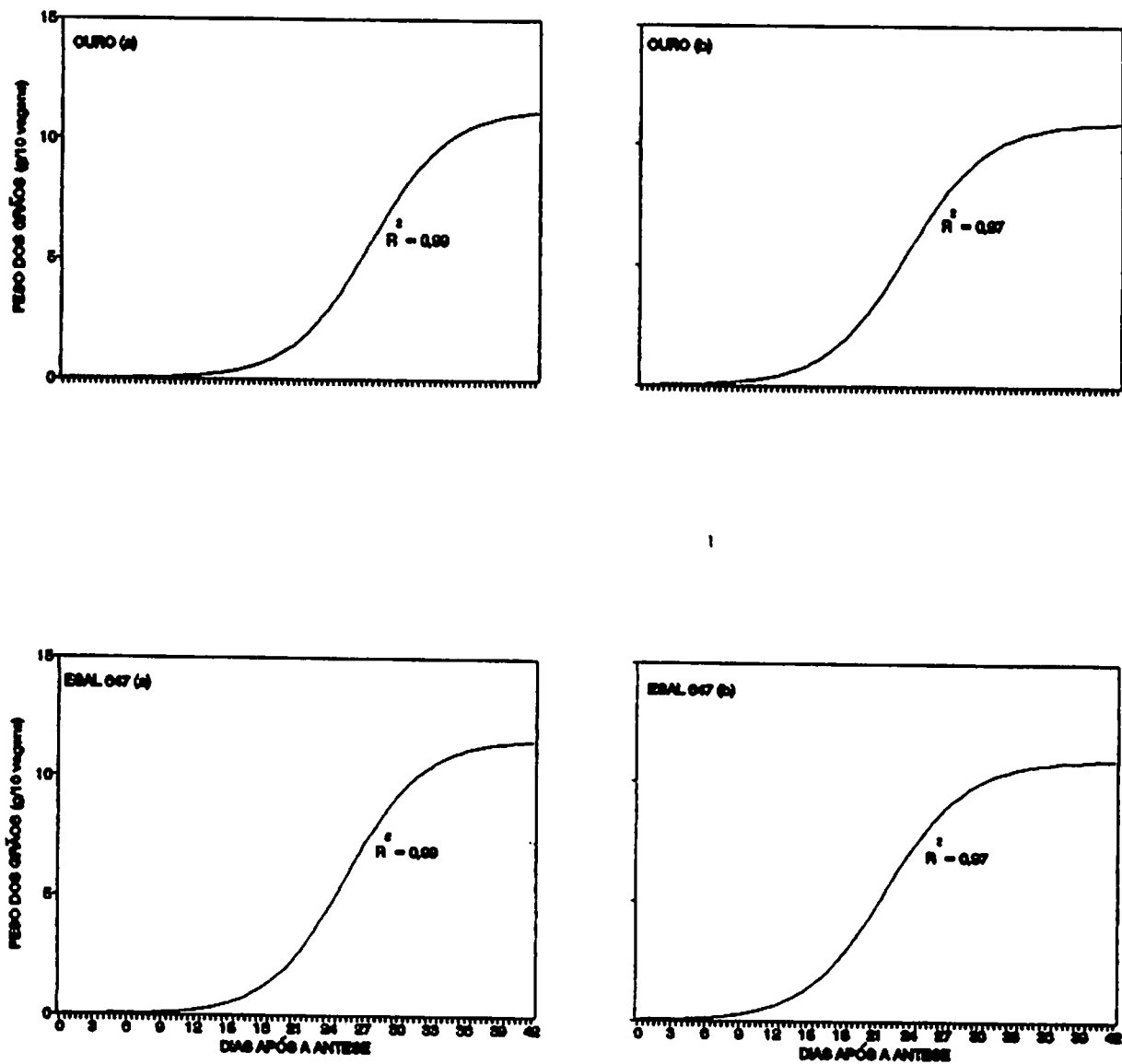


Figura 1A. Padrão de acúmulo de matéria seca nos grãos das cultivares de feijão Ouro e ESAL 647, em função da época de plantio: a- outono/inverno e b- das "águas" de 1991. ESAL, Lavras-MG, 1992.

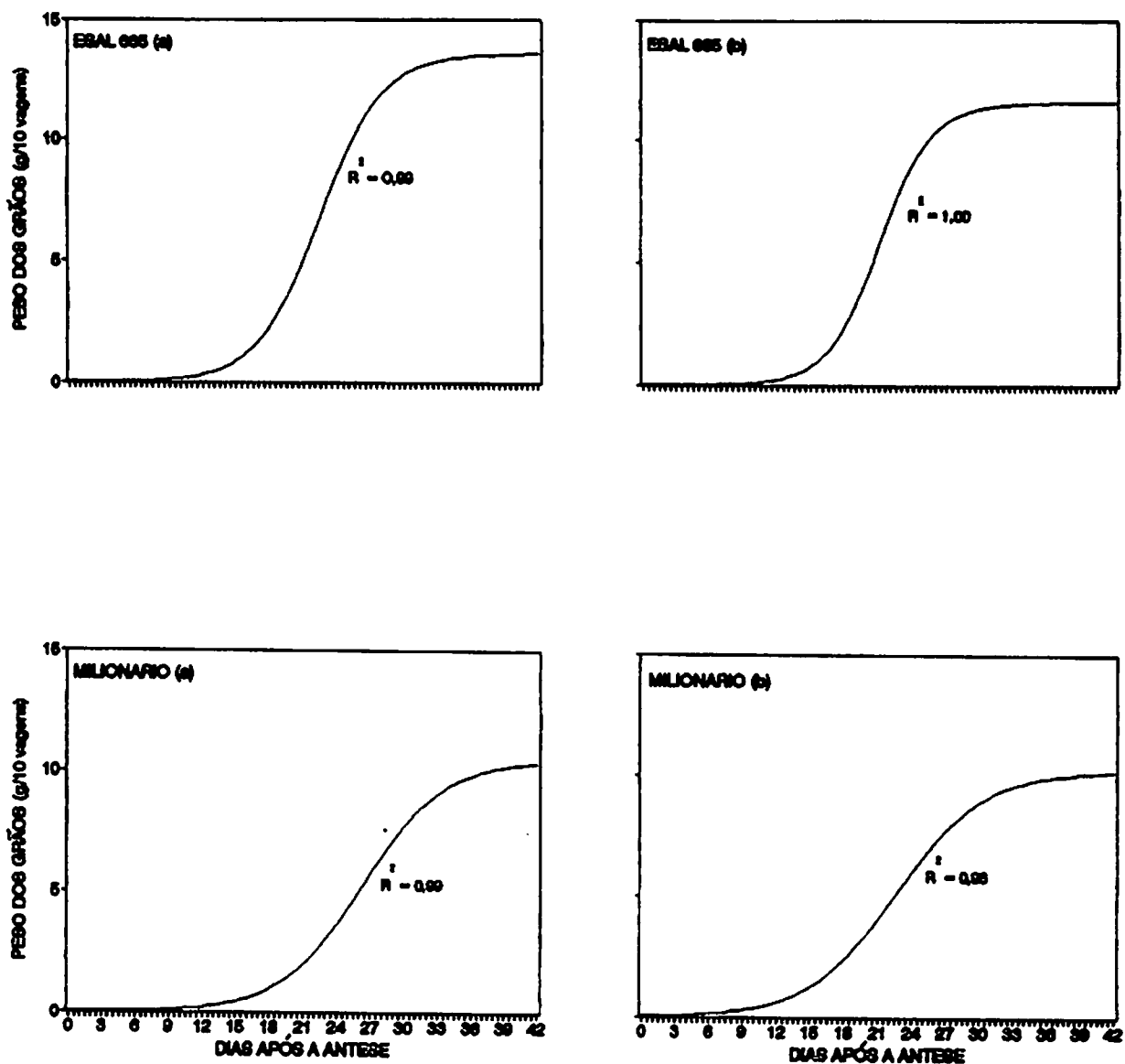


Figura 2A. Padrão de acúmulo de matéria seca nos grãos das cultivares de feijão ESAL 665 e Milionário, em função da época de plantio: a- outono/inverno e b- das "águas" de 1991. ESAL, Lavras-MG, 1992.

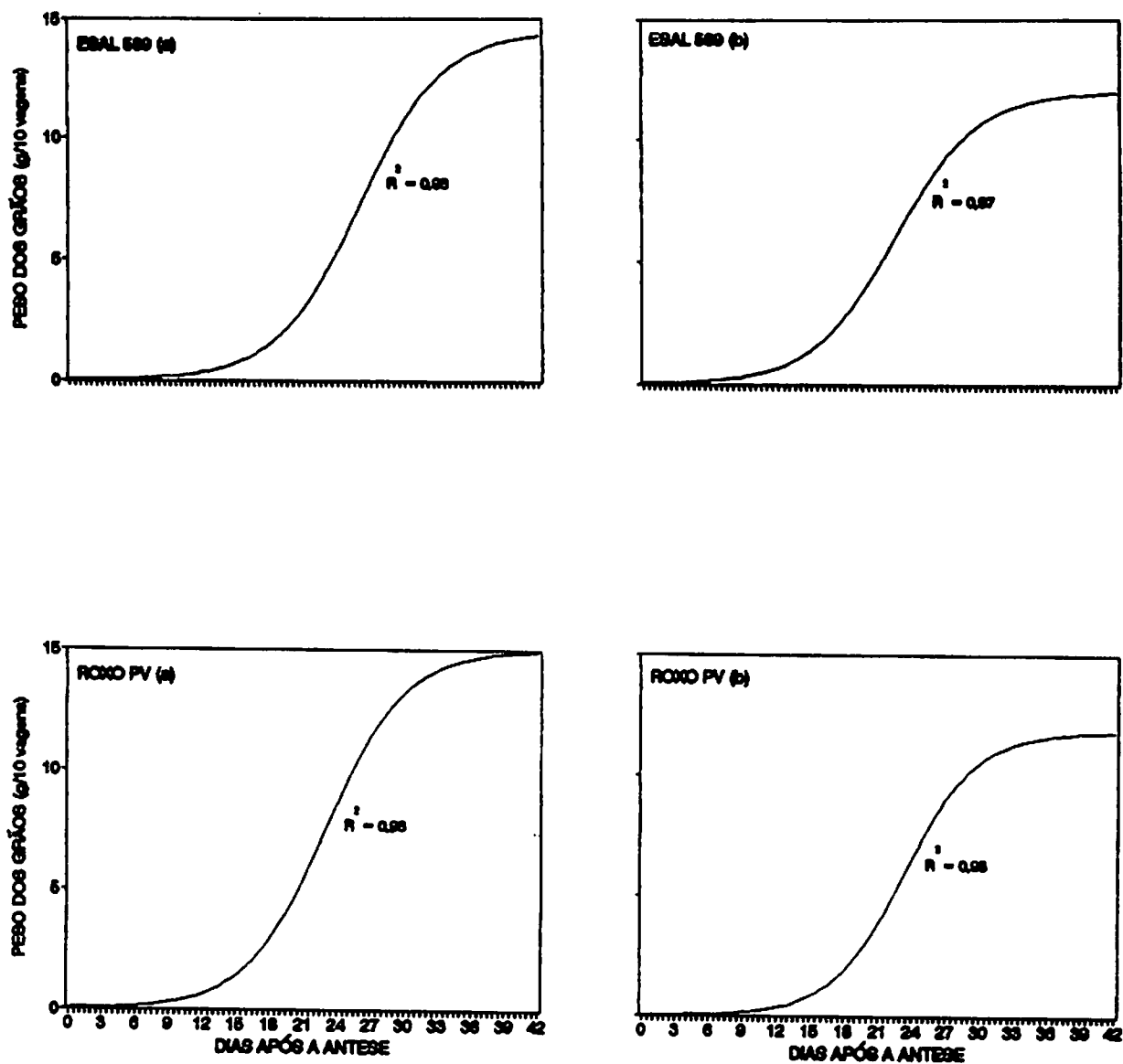


Figura 3A. Padrão de acúmulo de matéria seca nos grãos das cultivares de feijão ESAL 589 e Roxo PV, em função da época de plantio: a- outono/inverno e b- das "águas" de 1991. ESAL, Lavras-MG, 1992.

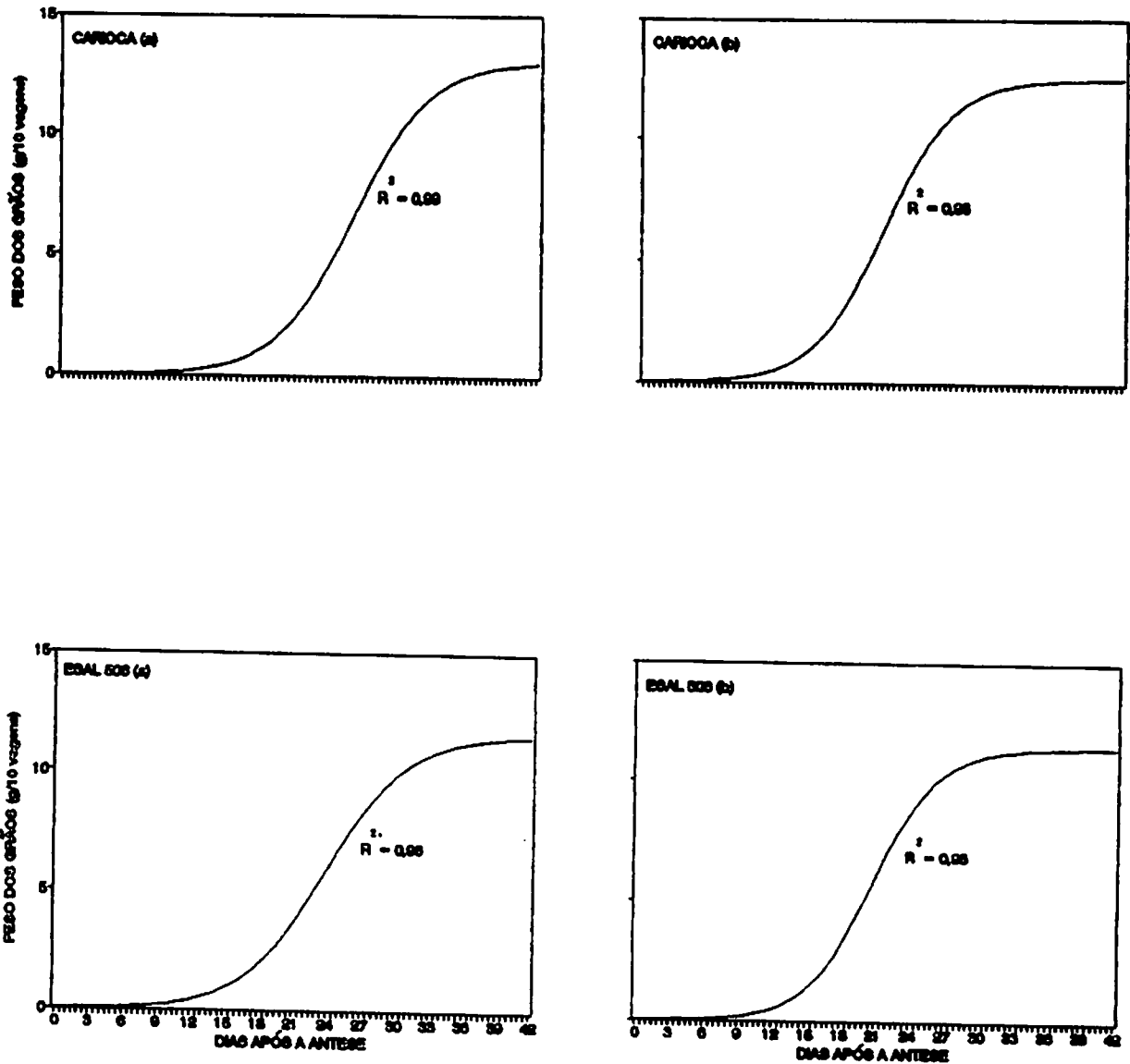


Figura 4A. Padrão de acúmulo de matéria seca nos grãos das cultivares de feijão Carioca e ESAL 506, em função da época de plantio: a- outono/inverno e b- das "águas" de 1991. ESAL, Lavras-MG, 1992.

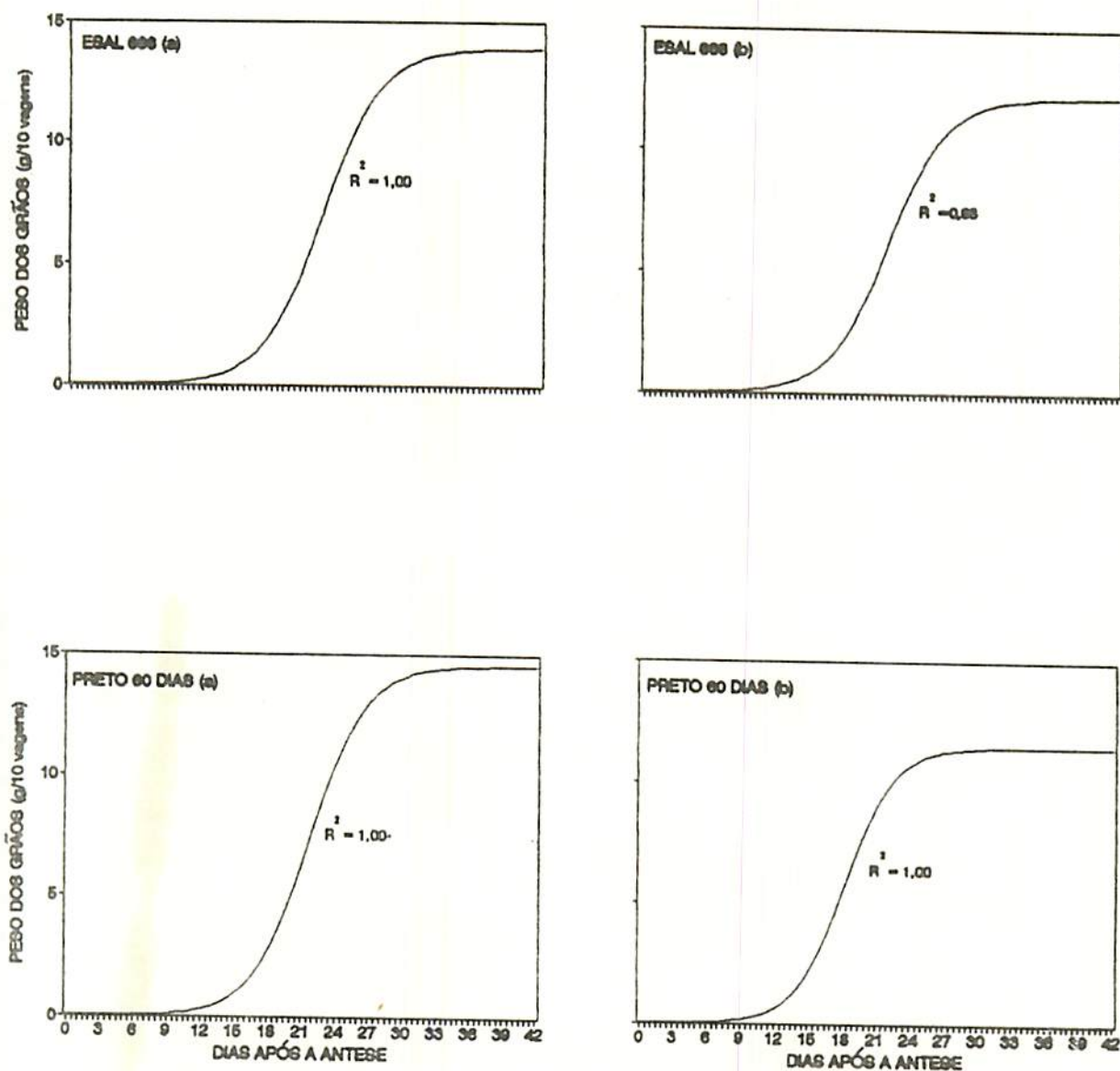


Figura 5A. Padrão de acúmulo de matéria seca nos grãos das cultivares de feijão ESAL 666 e Preto 60 dias, em função da época de plantio: a- outono/inverno e b- das "águas" de 1991. ESAL, Lavras-MG, 1992.