

MAGNO SEBASTIÃO DE OLIVEIRA

EFEITO DO DÉFICITE HÍDRICO APLICADO EM DIFERENTES FASES DO CICLO FENOLÓGICO DO FEIJOEIRO
(*Phaseolus vulgaris*, L.) C. V. ERIPARZA

Dissertação apresentada à Escola Superior de Agricultura de Lavras, como parte das exigências do curso de Pós-Graduação a nível de Mestrado em Agronomia, área de concentração Fitotecnia, para obtenção do grau de "MESTRE".

ESCOLA SUPERIOR DE AGRICULTURA DE LAVRAS

LAVRAS - MINAS GERAIS

1987

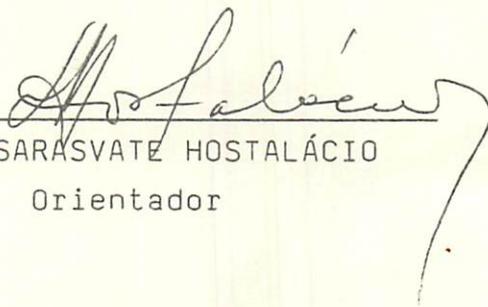
MAGNO SEBASTIÃO DE OLIVEIRA

EFEITO DO DEFICITE HÍDRICO APLICADO EM DIFERENTES FASES DO CICLO FENOLÓGICO DO FEIJÃO (L.) C. M. EPIPARZA

[REDACTED]

EFEITO DO DÉFICITE HÍDRICO APLICADO EM DIFERENTS FASES DO CICLO
FENOLÓGICO DO FEIJOEIRO (*Phaseolus vulgaris*, L.) C.V. ERIPARZA

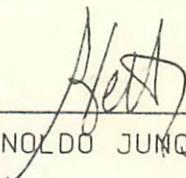
APROVADA:



PROF. SARAVATE HOSTALÁCIO
Orientador



PROF. PEDRO CASTRO NETO



PROF. ARNOLDO JUNQUEIRA NETTO

Aos meus pais

João Alves e Lucinda

e meus irmãos, que

muito contribuíram

para minha formação,

meu reconhecimento.

A

minha esposa ELENA

DEDICO

AGRADECIMENTOS

A Deus, por todos os benefícios concedidos.

Ao Professor Sarasvate Hostalácio, pela segura orientação.

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) que, através da Escola Superior de Agricultura de Lavras, forneceu uma bolsa de estudos para desenvolvimento do presente trabalho.

À Financiadora de Estudos e Projetos (FINEP) que, através do projeto METAGRO, custeou a presente pesquisa.

À Escola Superior de Agricultura de Lavras, especialmente os Departamentos de Fitotecnia e Biologia, pelos ensinamentos e oportunidades para realização deste curso.

Aos professores Magno Antônio Patto Ramalho, Pedro Castro Neto, Arnaldo Junqueira Netto e João Bosco dos Santos, pela colaboração e sugestões apresentadas.

Aos meus familiares, pelo apoio e estímulos recebidos.

Aos colegas de turma, pelo convívio, amizade e incentivo.

A todos que, de alguma forma, contribuíram para a realização deste trabalho.

BIOGRAFIA DO AUTOR

MAGNO SEBASTIÃO DE OLIVEIRA, filho de João Alves de Oliveira e Lucinda Aparecida de Oliveira, nasceu em Lavras, Estado de Minas Gerais a 04 de janeiro de 1958.

Diplomou-se em Agronomia, pela Escola Superior de Agricultura de Lavras, em dezembro de 1983.

Em fevereiro de 1984 iniciou o curso de Pós-Graduação a nível de Mestrado em Agronomia, área de concentração Fitotecnia, na Escola Superior de Agricultura de Lavras.

SUMÁRIO

	Página
1. INTRODUÇÃO	1
2. REVISÃO DE LITERATURA	3
2.1. Consumo de Água pela Cultura	3
2.2. Sensibilidade ao Déficite Hídrico	4
2.3. Período Crítico à Deficiência Hídrica	7
3. MATERIAL E MÉTODOS	11
3.1. Local e Época de Instalação dos Experimentos	11
3.2. Tratamentos e Delineamento Experimental	11
3.3. Vasos, Solo, Calagem e Adubação	13
3.4. Cultivar e Semeadura	15
3.5. Condução e Colheita	16
3.6. Características Avaliadas	18
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO	19
4.1. Produção de Matéria Seca da Parte Aérea e Raízes e <u>Re</u> <u>lação</u> Parte Aérea/Raiz	19

4.2. Número de Flores por Planta e Percentagem de Vingamento Floral	27
4.3. Número de Vagens por Planta e Sementes por Vagem ...	33
4.4. Peso de 100 Sementes e Produção de Grãos	37
5. CONCLUSÕES	46
6. RESUMO	47
7. SUMMARY	49
8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	51
APÊNDICE	58

LISTA DE QUADROS

QUADRO		Página
1	Regime de irrigação (VTP) para cada tratamento	12
2	Valores de densidade do solo, densidade de partículas e volume total de poros do solo utilizado nos experimentos. Lavras, Minas Gerais, 1985	13
3	Resultado das análises químicas e granulométrica da <u>a</u> mostra do solo usado nos experimentos. Lavras, Minas Gerais, 1985	14
4	Valores médios da matéria seca da parte aérea e raízes e relação parte aérea/raiz (g/pl.) nos diferentes regimes de irrigação, obtidos nas duas épocas de <u>plan</u> tio. Lavras, Minas Gerais, 1985	20
5	Valores médios da matéria seca da parte aérea (g/pl.), em função dos regimes de irrigação, nas fases de <u>cre</u> scimento, floração e frutificação e épocas de plantio. Lavras, Minas Gerais, 1985	21

6	Valores médios de matéria seca de raízes (g/pl.), em função dos regimes de irrigação, nas fases de crescimento, floração e frutificação e épocas de plantio. Lavras, Minas Gerais, 1985	24
7	Valores médios da relação parte aérea/raiz (g/pl.), em função dos regimes de irrigação, nas fases de crescimento e floração e épocas de plantio. Lavras, Minas Gerais, 1985	26
8	Valores médios do número de flores por planta e percentagem média de vingamento floral, nos diferentes regimes de irrigação, obtidos nas duas épocas de plantio. Lavras, Minas Gerais, 1985	28
9	Valores médios do número de flores por planta, em função dos regimes de irrigação, nas fases de crescimento e floração, e épocas de plantio. Lavras, Minas Gerais, 1985	29
10	Valores médios da percentagem de vingamento, em função dos regimes de irrigação, nas fases de crescimento, floração e frutificação e épocas de plantio. Lavras, Minas Gerais, 1985	32
11	Valores médios do número de vagens por planta e sementes por vagem, nos diferentes regimes de irrigação, obtidos nas duas épocas de plantio. Lavras, Minas Gerais, 1985	34

12	Valores médios do número de vagens por planta, em função dos regimes de irrigação, nas fases de crescimento, floração e frutificação e épocas de plantio. Lavras, Minas Gerais, 1985	36
13	Valores médios do número de sementes por vagem, em função dos regimes de irrigação, nas fases de floração e frutificação e épocas de plantio. Lavras, Minas Gerais, 1985	38
14	Valores médios do peso de 100 sementes (g) e produção de grãos (g/pl.), nos diferentes regimes de irrigação, obtidos nas duas épocas de plantio. Lavras, Minas Gerais, 1985	40
15	Valores médios do peso de 100 sementes (g), em função dos regimes de irrigação, nas fases de floração e frutificação. Lavras, Minas Gerais, 1985	41
16	Valores médios de produção de grãos (g/pl.), em função dos regimes de irrigação, nas fases de floração e frutificação com as épocas de plantio. Lavras, Minas Gerais, 1985	43
17	Resumo das análises conjunta da variância para as características: matéria seca da parte aérea, matéria seca de raízes, relação parte aérea/raiz, número de flores por planta e percentagem de vingamento floral. Lavras, Minas Gerais, 1985	59

QUADRO

Página

18	Resumo das análises conjunta da variância para as características: número de vagens por planta, número de sementes por vagem, peso de 100 sementes e produção de grãos. Lavras, Minas Gerais, 1985	60
----	--	----

LISTA DE FIGURA

FIGURA	Página
1 Temperaturas médias por intervalos de 5 dias obtidas durante o primeiro experimento (diagrama inferior) e segundo experimento (diagrama superior)	17

1. INTRODUÇÃO

A produção e consumo de feijão no Brasil são os maiores do mundo. Entretanto, a produtividade da cultura ainda é muito baixa. Existem várias causas para explicar esta baixa produtividade, tais como: grande parte do feijão é proveniente de plantios consorciados, ocorrência de um grande número de doenças, falta de adubação adequada, uso de sementes de má qualidade e problemas climáticos.

Entre os problemas climáticos, o mais sério é a deficiência hídrica, especialmente no denominado plantio da seca, cuja semeadura é realizada durante os meses de fevereiro e março. Neste plantio, a quantidade total de chuvas durante o ciclo da cultura é normalmente suficiente, porém a distribuição da chuva nem sempre é regular, o que provoca sérios problemas de deficiência hídrica.

Desta forma, o conhecimento do ciclo fenológico e dos períodos de maior resposta ao déficit hídrico, constituem informações fundamentais para o manejo mais eficiente da cultura, especialmente no que se refere a uma possível recomendação de épocas de plantio, que possibilitem uma menor probabilidade de ocorrência de défi

deficiência hídrica, nos períodos mais críticos do ciclo da cultura. E também, quando for o caso, de se utilizar a irrigação suplementar de modo mais eficiente possível.

Entretanto, para melhor utilização dos recursos hídricos disponíveis, é preciso fazer pesquisas mais regionalizadas, uma vez que o consumo de água pela cultura varia de local, épocas de plantio e entre as cultivares, conforme têm demonstrado vários autores (4, 7, 31).

Diversos trabalhos têm sido feitos procurando relacionar o consumo de água, déficit hídrico e períodos mais críticos à deficiência com o vingamento e estabelecimento de flores e frutos.

O presente estudo tem como objetivo, determinar a sensibilidade do feijoeiro ao déficit hídrico durante os vários estágios de desenvolvimento e períodos nos quais esta condição é mais crítica.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1. Consumo de Água pela Cultura

O conhecimento da evapotranspiração das culturas é um antecedente básico na determinação das taxas de irrigação. A quantidade de água transferida do sistema solo-planta para a atmosfera, em uma superfície totalmente coberta por vegetação baixa, em fase de crescimento ativo, com altura uniforme e teor de água no solo próximo da capacidade de campo é conhecida como evapotranspiração potencial e seu valor é determinado pelas condições meteorológicas predominantes. Na ausência de uma ou mais condições citadas, é conhecida como evapotranspiração real.

Existem, na Literatura, algumas informações sobre o consumo de água pela cultura do feijoeiro. SILVEIRA & STONE (33) verificaram em experimento conduzido em Goiânia, que a evapotranspiração real para o feijão da seca foi igual a 3,2; 3,2 e 1,7 mm/dia ou 66; 77 e 38% da evaporação do tanque classe A respectivamente, nos estágios da germinação ao início de floração, floração e do desenvolvimento de vagens à maturação.

Em Goiás, SILVEIRA et alii (31) verificaram que o consumo de água pelo feijão de inverno foi de 3,4 mm/dia na fase de crescimento, 3,5 mm/dia na fase de floração e de 3,6 mm/dia na fase de desenvolvimento de vagens à maturação. Também constataram que o maior consumo de água no período de desenvolvimento de vagens à maturação deveu-se a grande precipitação ocorrida nesta fase. A razão entre o consumo de água através da evapotranspiração real pela evaporação do tanque foi de 66%.

Em Minas Gerais, no Vale do Sapucaí e Careagu, GARRIDO (11) e GARRIDO & TEIXEIRA (13) verificaram para o feijoeiro cultivado no inverno um consumo médio de água de 4,2 e 3,3 mm/dia respectivamente.

SILVEIRA et alii (32), em experimento conduzido em Goiânia, onde foram comparados três lâminas d'água (2, 4 e 6 mm/dia) em quatro turnos de rega (1, 4, 7 e 10 dias), observaram que a produção do feijoeiro foi muito mais afetada pela lâmina d'água do que pelo turno de rega. Contudo, a produção decresceu linearmente com o aumento do turno de rega nas lâminas d'água, de 4 a 6 mm/dia.

2.2. Sensibilidade ao Déficit Hídrico

O estresse de água na planta que se desenvolve em qualquer situação particular é o resultado de uma complexa combinação dos fatores do solo, da planta e da atmosfera, os quais interagem

para controlar a taxa de absorção e perda de água, VAADIA et alii (38); enquanto que o déficit hídrico refere-se a uma limitação do conteúdo de água no solo. Então, não é seguro concluir que um certo déficit de água no solo sempre será acompanhado de um equivalente estresse na planta, isto porque, plantas em solos úmidos estão sujeitas a estresses hídricos quando a transpiração é alta e plantas em solos secos podem sofrer pequenos estresses hídricos se a transpiração for muito baixa KRAMER (16). Entretanto, a determinação da tensão máxima de água do solo, que pode ser atingida antes de cada irrigação para que não haja redução na produtividade do feijoeiro, tem sido objeto de estudo para vários pesquisadores.

Trabalho conduzido em vaso, por FORYTHER & LEGARDA (10), mostrou que a produção de grãos, matéria seca da parte aérea e número de vagens por planta, foi máxima quando a sucção de água do solo chegava a 0,8 bar a 5 cm de profundidade, e 0,6 bar a 15 cm de profundidade. Verificaram também que a resposta para a produção de matéria seca é semelhante à resposta para produção de grãos obtendo um coeficiente linear de determinação de 85,7% entre rendimento e produção de matéria seca, indicando uma estreita associação entre rendimento e crescimento vegetativo. Também na condição de plantio em vasos, BERBARDO et alii (1) verificaram que a produção relativa do feijoeiro foi igual a 100, 78 e 54%, irrigando-se quando a tensão da água do solo a 10 cm de profundidade atingia 0,50; 0,65 e 0,75 bar, respectivamente.

Stone et alii citado por STONE & MOREIRA (36), em experi-

mentos conduzidos no CNPAF, verificaram que a tensão adequada da água do solo para irrigação do feijoeiro, medida a 15 cm de profundidade, situa-se na faixa de 0,25 a 0,30 bar, dependendo da demanda atmosférica.

STANSELL & SMITTLE ³⁰(35) obtiveram alto rendimento de vagens, com feijoeiro irrigado a 0,25 bar de potencial de água no solo. A aplicação de déficit hídrico de 0,50 e 0,75 bar reduziu os rendimentos em 41 e 48% respectivamente. De fato, MILLAR & GARDNER (21) verificaram que a taxa de transpiração do feijoeiro decresce rapidamente a tensões maiores do que 0,25 bar. Observaram uma redução de 50% na taxa de transpiração e de 47% na produção de matéria seca da parte aérea quando o potencial de água no solo atingiu 0,40 bar. Para estes autores, a taxa de transpiração e a produção de matéria seca da parte aérea é uma função curvilínea com o potencial de água do solo.

MAGALHÃES & MILLAR ²⁸(18) alcançaram a máxima produtividade do feijoeiro irrigando-se a um potencial de água no solo de 0,20 bar, entretanto não verificaram uma redução tão drástica com o incremento do potencial da água no solo. Redução da ordem de 50% só foi obtida quando a tensão de água no solo atingiu 6 bar.

Os diferentes valores encontrados são decorrentes das diversas condições de execução dos experimentos. Entretanto, observa-se que o feijoeiro deve ser irrigado a baixas tensões de água do solo para alcançar boa produtividade.

2.3. Períodos Críticos à Deficiência Hídrica

A maioria das culturas possui períodos críticos, durante os quais a deficiência de água causa sérios decréscimos na produção. Entretanto, para o feijoeiro, falta informações com relação às épocas de plantio, solos, climas e variedades que são fatores que influenciam nos resultados.

RAGGI et alii (25) estudaram o efeito do turno de rega em três fases do ciclo do feijoeiro. Verificaram que a deficiência hídrica é mais prejudicial ao feijoeiro se ocorrer nas fases de floração e de desenvolvimento de vagens. De fato, GARRIDO et alii (12) relatam que um déficit hídrico no final da floração do feijoeiro reduziu a sua produção em 42%. Entretanto, quando o déficit ocorreu na fase de formação e crescimento das vagens, a redução foi de 58%.

MAGALHÃES et alii (19) verificaram que o efeito do déficit hídrico foi mais crítico no início da floração, onde o nível de potencial de água no solo de 5,0 bar causou uma redução da ordem de 36,85% na produção.

MAGALHÃES & MILLAR (18), estudando o efeito do déficit hídrico imposto de forma contínua na fase de floração, verificaram que a suspensão da irrigação por um período de 14, 17 e 20 dias reduziu a produção em 20,0; 38,0 e 52,0% respectivamente.

DUBETZ & MAHALLE (8) observaram reduções na produção da

ordem de 53,17 e 35%, quando o feijoeiro foi submetido a estresse hídrico nas fases de pré-floração, floração e pós-floração, respectivamente.

Entretanto, alguns autores têm afirmado que a deficiência hídrica na fase de crescimento vegetativo também é prejudicial ao feijoeiro.

STANSELL & SMITLE (35) verificaram que o feijoeiro é igualmente susceptível a um déficit hídrico de 0,75 bar de potencial de água do solo, durante os estágios de crescimento, floração e pós-floração, observando uma redução de 25% nos rendimentos, quando este nível de irrigação foi empregado em apenas uma destas fases. Um comportamento semelhante também foi verificado por ROBINS & DOMINGO (29), os quais observaram uma redução nos rendimentos de aproximadamente 20% quando um estresse hídrico persistiu por 15 dias antes do florescimento e 15 dias antes do amadurecimento das primeiras vagens.

PÂRJOL (24) relata que o estresse hídrico nesta fase reduz o tamanho das plantas, mas é menos prejudicial do que se ocorrer nas fases de floração e frutificação.

Plantas de feijão submetidas a estresse hídrico intenso na fase vegetativa, apresentaram no final da fase aproximadamente a metade do crescimento, quando comparado com os tratamentos sem déficit hídrico. Havendo, no entanto, uma rápida taxa de recuperação do crescimento, quando tal condição foi corrigida com irrigação na época de florescimento, KATTAN & FLEMING (15).

A redução na produção do feijoeiro é devida a baixa percentagem de vingamento de flores, quando o estresse hídrico ocorre na fase de abertura das flores, e o abortamento de óvulos, produzindo vagens chochas, se ocorrer na fase de formação das vagens PÂRJOL (24).

COUTO (6) observou que o estresse hídrico reduziu o índice de área foliar e o rendimento total da matéria seca.

O peso das sementes, seguido do número de vagens por planta, foi o mais afetado dentre os componentes da produção, enquanto que o número de grãos por vagem foi o menos afetado.

MIRANDA & BELMAR (22) também observaram decréscimos no peso das sementes e no número de vagens por planta, devido à deficiência hídrica.

BONANO & MACK (3) também verificaram uma redução no número de vagens por planta e sementes por vagens nos tratamentos sobre regime de deficiência hídrica, embora constarassem um aumento no peso das sementes nos mesmos tratamentos.

Os estágios de florescimento e frutificação do feijoeiro são considerados críticos para o desenvolvimento da cultura e apresentam certas particularidades, refletindo sempre na produtividade da cultura. Uma das principais causas de não se obter a máxima produção potencial por planta é o pequeno vingamento de flores e de frutos em início de desenvolvimento, conforme constatado por SUBHADRABANDU et alii (37).

O número de flores estabelecidas foi afetado de modo significativo pela frequência de irrigação e também pela aplicação do déficit hídrico HOSTALÁCIO & VÁLIO (14) constataram que a aplicação do déficit hídrico reduziu o número de flores em aproximadamente 38,0; 24,0 e 7,0% nos tratamentos irrigados diariamente, irrigados duas vezes por semana e irrigados uma vez por semana respectivamente.

Segundo FLORES-LUI (9), a aplicação do déficit hídrico, que resultou potenciais hídricos foliares da ordem de 11 bar abaixo dos níveis das plantas testes, ocasionou uma queda no número de flores estabelecidas, no entanto houve um aumento na percentagem de vingamento floral de tal maneira que o número de vagens fixadas não se alterou na colheita. O peso das sementes foi constante em uma grande variação de níveis de déficit hídrico.

A percentagem de vingamento floral em condições normais é baixa (29% em média) e mais de 80% dos frutos produzidos são provenientes das flores que ocorrem nos primeiros doze dias de florescimento, como têm demonstrado vários autores (20, 27, 30).

RAMALHO et alii (28), estudando o comportamento reprodutivo de 10 cultivares de feijão, verificaram que existe correlação entre número de flores por planta e percentagem de vingamento floral, sendo que, as cultivares com menor número de flores apresentam maior vingamento floral devido principalmente a menor competição em foto-assimilados.

Durações Ferais:

Pré-floração : 33 dias

Floração : 18 dias e 15 dias (duas exp.)

Formação e enchimento de vagens: 23 a 20 dias

3. MATERIAL E MÉTODOS

3.1. Local e Época de Instalação dos Experimentos

Foram conduzidos dois experimentos em casa de vegetação do Departamento de Biologia da Escola Superior de Agricultura de Lavras, ESAL, nos períodos de 27/04/85 a 10/07/85 e de 28/08/85 a 01/11/85.

3.2. Tratamentos e Delineamento Experimental

O delineamento experimental utilizado foi inteiramente casualizado em esquema fatorial 2^3 , compreendendo respectivamente dois regimes de irrigação, 50 e 35% do volume total de poros (VTP) combinados em três diferentes fases do ciclo do feijoeiro, assim estabelecidos: fase 1 (pós-emergência das plântulas até início da floração), fase 2 (durante todo o período de floração) e fase 3 (final da floração até completa maturação), totalizando 8 tratamentos com 4 repetições. Os tratamentos assim constituídos estão indicados no Quadro 1.

QUADRO 1 - Regime de irrigação (VTP) para cada tratamento.

Regime de Irrigação	Pré-Floração	Floração	Pós-Floração
50 - 50 - 50	50	50	50
50 - 50 - 35	50	50	35
50 - 35 - 50	50	35	50
50 - 35 - 35	50	35	35
35 - 50 - 50	35	50	50
35 - 50 - 35	35	50	35
35 - 35 - 50	35	35	50
35 - 35 - 35	35	35	35

Cada parcela era constituída por um vaso com duas plantas. Os vasos correspondentes aos tratamentos foram distribuídos aleatoriamente sobre mesas de madeira de 0,70 m de altura.

Determinou-se, para cada experimento, a densidade do solo na condição do solo no vaso: densidade de partícula usando picnômetro, segundo BLAKE (2) e volume total de poros (VTP) de acordo com VOMOCIL (39). Os dados relativos a estas características encontram-se no Quadro 2.

QUADRO 2 - Valores de densidade do solo, densidade de partículas e volume total de poros do solo utilizado nos experimentos. Lavras, Minas Gerais, 1985.

Época	Densidade do Solo	Densidade de Partículas	Volume Total de Poros
		g.cm^{-3}	%
Exp. 1	1,01	2,73	63,0
Exp. 2	0,97	2,73	64,0

1. Análises realizadas no Laboratório de Física do Solo, do Departamento de Ciências do Solo da ESAL.

3.3. Vasos, Solo, Calagem e Adubação

Utilizou-se vasos plásticos de formato cônico, não perfurados e todos com dimensões aproximadamente iguais, os quais apresentavam capacidade para 7,0 litros.

A terra utilizada nos experimentos foi resultante da homogeneização de uma camada superficial de aproximadamente 20 cm de um solo de mata, caracterizado como latossolo roxo distrófico. Os resultados das análises química e granulométrica estão apresentados no Quadro 3.

A calagem foi realizada segundo os critérios de recomenda

QUADRO 3 - Resultado médio das análises química e granulométrica de amostra do solo usado nos experimentos. Lavras, Minas Gerais, 1985*.

Características Químicas	Valores	Interpretações**
pH em água	4,9	Ace
Al ⁺⁺⁺ (mE/100 cm ³)	1,0	A
Ca ⁺⁺ + Mg ⁺⁺ (mE/100 cm ³)	0,4	B
p (ppm)	2,0	B
K (ppm)	33,0	M
Análise Granulométrica		% de TFSE
Areias		34,5
Limo		3,9
Argila		61,6
Classificação Textural***		Muito Argiloso

* Análises realizadas no Instituto de Química "John Wheelock" e Laboratório de Física do Solo, do Departamento de Ciência do Solo da ESAL.

** Interpretações baseadas na COMISSÃO DE FERTILIDADE DO SOLO DO ESTADO DE MINAS GERAIS (5).

*** Segundo a SOCIEDADE BRASILEIRA DE CIÊNCIAS DO SOLO (34).

TFSE - Terra fina seca em estufa.

ção descritos pela COMISSÃO DE FERTILIDADE DO SOLO DO ESTADO DE MINAS GERAIS (5), utilizando calcário dolomítico com 40% de CaO, 15% de MgO e 91% de PRNT. A incorporação do calcário foi feita em cada vaso individualmente, após a qual deixou-se incubar por um período de dez dias.

Por ocasião do plantio, todos os tratamentos receberam uma adubação uniforme, equivalente a 20-90-40 kg/ha de N, P₂O₅ e K₂O sob a forma de sulfato de amônio, superfosfato simples e cloreto de potássio, respectivamente. Foram feitas, ainda, duas aplicações foliares com fosfato mono amônio (MAP), na concentração de 0,75% aos 20 e 30 dias após a germinação.

3.4. Cultivar e Semeadura

A cultivar usada no experimento foi Eriparza, uma cultivar de ciclo curto que possui sementes de coloração amarela e hábito de crescimento tipo I.

A semeadura foi feita colocando cinco sementes por vaso a uma profundidade de aproximadamente 2,0 cm. Após a germinação fez-se um desbaste deixando duas plantas por vaso.

Da semeadura à emergência, todos os tratamentos foram irrigados a um regime de 50% de VTP. Após este período, as irrigações foram feitas de acordo com os tratamentos estabelecidos.

3.5. Condução e Colheita

O controle dos níveis de água no solo foi realizado diariamente pela manhã, através da pesagem dos vasos, reestabelecendo o peso pré-determinado para cada tratamento.

A determinação do estágio de crescimento foi feita individualmente para cada tratamento. Em geral, o período de pré-floração foi de 33 dias para ambos os experimentos, o período de floração foi de 18 dias para o primeiro experimento e de 12 dias para o segundo e, finalmente, a duração do período de formação e enchimento de vagens foi de 23 e 20 dias para o primeiro e segundo experimento respectivamente.

Verificou-se a incidência de oídio (*Erisiphe Polygoni*), o qual foi controlado com fungicida à base de enxofre (Thiovit Sandoz).

Registrou-se valores de temperaturas através de um termohigrógrafo colocado dentro de um abrigo meteorológico previamente instalado junto às plantas, durante a condução do segundo experimento. Para o primeiro experimento as temperaturas foram obtidas através da correlação feita entre as temperaturas registradas na casa de vegetação e na estação meteorológica próxima ao local de experimentação, os valores médios são mostrados na Figura 1.

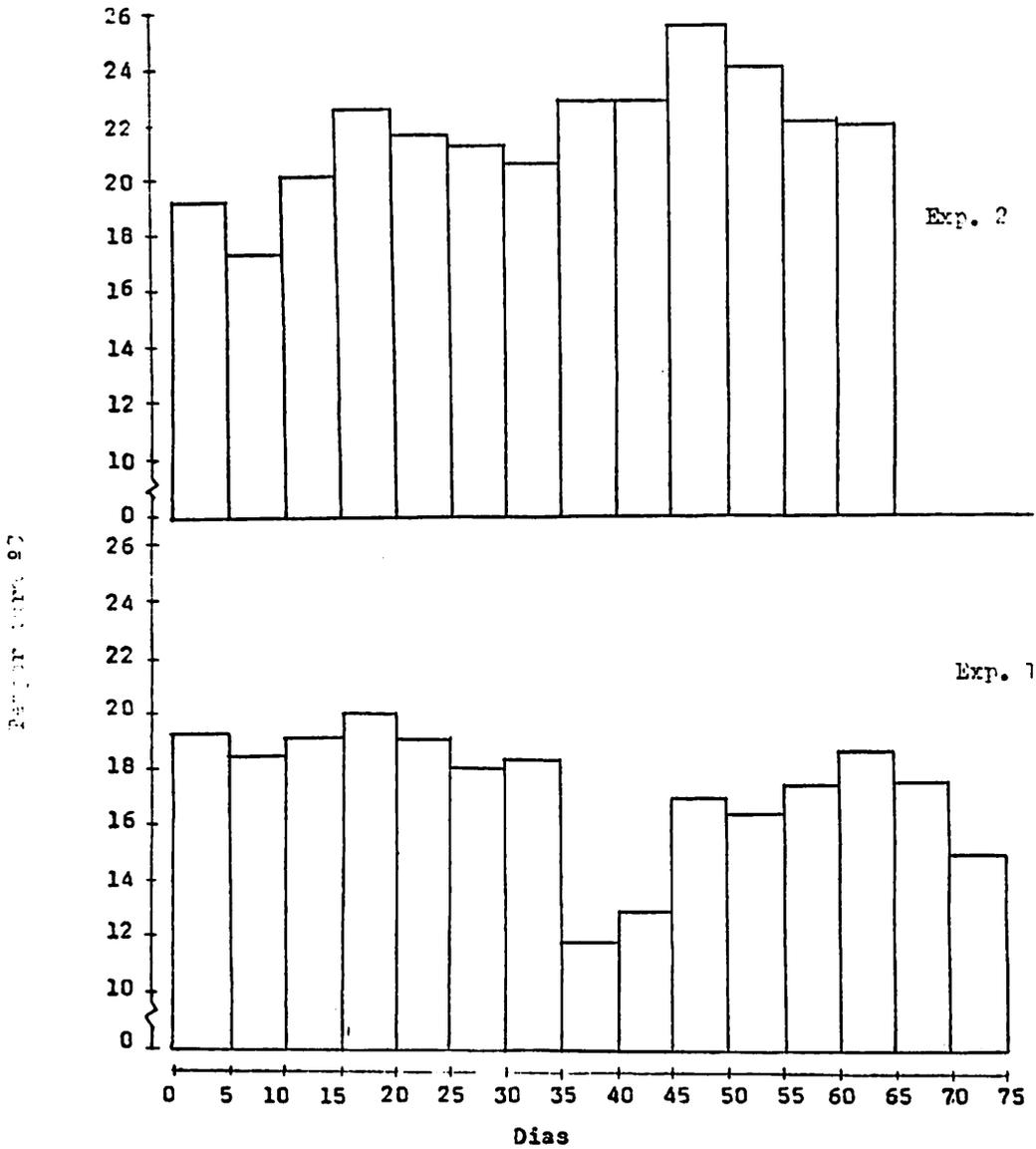


FIGURA 1 - Temperaturas médias por intervalos de 5 dias obtidos durante o primeiro experimento (diagrama inferior), e segundo experimento (diagrama superior).

3.6. Características avaliadas

- Matéria seca da parte aérea
- Matéria seca de raízes
- Relação parte aérea/raiz
- Número de flores por planta
- Percentagem de vingamento floral
- Número de vagens por planta
- Número de sementes por vagem
- Peso de 100 sementes
- Produção de grãos

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1. Produção de Matéria Seca da Parte Aérea e Raízes e Relação Parte Aérea/Raiz

Os resultados obtidos para produção de matéria seca da parte aérea e raízes, tiveram um comportamento semelhante como pode ser observado no Quadro 17 (Apêndice), diferindo apenas para o efeito de interação entre as fases de crescimento e floração que foi significativo para matéria seca de raízes.

Os valores médios apresentados no Quadro 4 mostram que a produção de matéria seca da parte aérea variou consideravelmente nas épocas de plantio, isto é, houve em média uma redução de 40% na produção de matéria seca da primeira para a segunda época de plantio. Observa-se uma grande variação entre os tratamentos com e sem déficit hídrico nas três fases, com valores de 4,28 e 12,96 g/planta, o que corresponde a uma queda na produção de matéria seca da parte aérea da ordem de 66,9%.

O efeito do déficit hídrico em cada fase pode ser verificado no Quadro 5. A análise destes resultados evidencia a fase de

QUADRO 4 - Valores médios da matéria seca da parte aérea e raiz e relação parte aérea/raiz (g/pl.), nos diferentes regimes de irrigação, obtidos nas duas épocas de plantio. Lavras, Minas Gerais, 1985.

Crescimento	Floração	Frutificação	M.S. da Parte Aérea			M.S. de Raízes			Relação Parte Aérea/Raiz		
			Exp.I	Exp.II	Média	Exp.I	Exp.II	Média	Exp.I	Exp.II	Média
		Déficite Hídrico									
Presença	Presença	Presença	5,36	3,20	4,28	1,06	1,18	1,12	5,07	2,77	3,92
		Ausência	7,41	3,01	5,21	1,34	0,86	1,10	5,53	3,49	4,51
	Ausência	Presença	5,73	3,26	4,50	1,20	1,15	1,18	4,83	2,83	3,83
		Ausência	9,08	4,41	6,75	1,43	1,17	1,30	6,36	3,75	5,05
Ausência	Presença	Presença	10,22	6,78	8,50	2,72	2,32	2,52	3,78	2,93	3,35
		Ausência	13,23	7,41	10,32	2,66	2,24	2,45	4,98	3,32	4,15
	Ausência	Presença	11,35	7,71	9,53	3,32	2,89	3,11	3,46	2,66	3,06
		Ausência	15,58	10,34	12,96	4,47	3,48	3,98	3,54	2,98	3,26
		Média	9,75	5,77	7,76	2,28	1,91	2,09	4,69	3,09	3,89

QUADRO 5 - Valores médios da matéria seca da parte aérea (g/pl.), em função dos regimes de irrigação nas fases de crescimento, floração e frutificação e épocas de plantio. Lavras, Minas Gerais, 1985.

Floração	Frutificação		Média	%
	Sem Déficit	Com Déficit		
Sem déficit	9,85	7,01	8,43	100,0
Com déficit	7,76	6,39	7,08	83,9
Média	8,81	6,70		
%	100,0	76,0		

Épocas de Plantio	Crescimento	
	Sem Déficit	Com Déficit
Exp. I	12,59	6,90
Exp. II	8,06	3,47
Média	10,33	5,19
%	100,0	50,2

	Frutificação	
	Sem Déficit	Com Déficit
Exp. I	11,32	8,16
Exp. II	6,29	5,24

crescimento como sendo a que mais sofreu os efeitos do déficit hídrico, causando uma redução na produção de matéria seca da parte aérea de 50%, ao passo que, nas fases de floração e frutificação, a redução foi da ordem de 16,0 e 24,0%, respectivamente. O efeito de interação quanto à produção de matéria seca entre as fases de floração e frutificação, mostra que a intensidade do estresse na fase de frutificação é dependente do que ocorre na fase anterior ou seja, sendo mais prejudicial quando a fase anterior foi conduzida na ausência de déficit hídrico.

As plantas submetidas ao déficit hídrico na fase de crescimento e de frutificação apresentaram comportamentos diferentes nas duas épocas de plantio (Quadro 5), isto é, o efeito do déficit hídrico na fase de crescimento foi maior na segunda época de plantio, no entanto, para a fase de frutificação, foi maior na primeira época de plantio.

Os resultados mostraram que a produção de matéria seca da parte aérea foi extremamente sensível à condição de déficit hídrico. De fato, é compreensível que a ocorrência de déficit hídrico, em uma fase em que a planta se apresenta em pleno desenvolvimento vegetativo, tenha reflexo direto no crescimento, uma vez que a falta de água tenha limitado os vários processos fisiológicos. Discordando de tal resultado KATTAN & FLEMING (15) verificaram que as plantas que sofreram déficit hídrico na fase de crescimento tiveram uma rápida recuperação com a correção do estresse na fase de floração. Por outro lado MILLAR & GARDNER (21) observaram que uma peque-

na variação de potencial de água no solo causou uma redução de 47% na produção de matéria seca da parte aérea. Os menores efeitos do déficit hídrico na fase de floração e de frutificação foram determinados basicamente pela redução na produção de grãos, o que também foi incluído como componente da matéria seca.

Os resultados médios da matéria seca de raízes apresentados no Quadro 4, mostram que o efeito de épocas de plantio foi menos pronunciado, causando uma redução média de 16,2% na produção de matéria seca na 2ª época, com relação à primeira. Entretanto dentro de cada experimento houve uma grande variação entre os tratamentos, onde se verifica que as plantas submetidas ao déficit hídrico, durante todo o ciclo, tiveram uma redução média de 71,8% na produção de matéria seca, quando comparado com as plantas sem déficit hídrico.

No Quadro 6, onde estão apresentados os valores médios da matéria seca de raízes, verifica-se que a fase de crescimento foi a mais crítica com uma redução de 61% na produção de matéria seca nas plantas que sofreram déficit hídrico. Verifica-se também que as plantas submetidas ao déficit hídrico nas fases de crescimento e floração, praticamente não tiveram alteração na produção de matéria seca de raízes quando, na fase seguinte, o déficit hídrico foi suspenso. Observa-se que o regime de deficiência hídrica aplicado na fase de frutificação só surtiu efeito na primeira época de plantio.

A grande diferença, observada na produção de matéria seca de raízes e parte aérea entre as épocas de plantio, pode ter sido

QUADRO 6 - Valores médios da matéria seca de raízes (g/pl.), em função dos regimes de irrigação nas fases de crescimento, floração e frutificação e épocas de plantio. Lavras, Minas Gerais, 1985.

Crescimento	Floração		Média	%
	Sem Déficite	Com Déficite		
Sem déficite	3,54	2,49	3,02	100,0
Com déficite	1,24	1,11	1,18	38,9
Média	2,39	1,80		
%	100,0	75,3		

Floração	Frutificação		Média	%
	Sem Déficite	Com Déficite		
Sem déficite	2,64	2,14		
Com déficite	1,78	1,82		
Média	2,21	1,98		
%	100,0	89,6		

Épocas de Plantio	Frutificação		Média	%
	Sem Déficite	Com Déficite		
Exp. I	2,48	2,07		
Exp. II	1,94	1,89		

influenciada pela duração do ciclo da cultura que foi maior na primeira época e também acredita-se que uma maior demanda atmosférica, durante a segunda época de plantio, tenha aumentado a respiração e conseqüentemente diminuído a concentração de fotossintetizados.

Os resultados obtidos para relação parte aérea/raiz foram significativamente afetados pela aplicação do déficit hídrico na fase de crescimento e de frutificação, havendo também variação entre as épocas de plantio, conforme se verifica no Quadro 17 (Apêndice).

Os valores médios apresentados no Quadro 7 mostram que houve um aumento na relação parte aérea/raiz devido à aplicação do déficit hídrico na fase de crescimento, e uma diminuição nesta relação quando o déficit foi aplicado na fase de frutificação. Verifica-se também que o efeito do déficit na fase de crescimento foi mais acentuado na primeira época de plantio.

O déficit hídrico não somente reduz o crescimento total como também altera o padrão de crescimento. KRAMER (16) relata que frequentemente ocorre uma diminuição na relação parte aérea/raiz na condição de déficit hídrico, o que não ocorreu no presente trabalho, devido não existir, na condição de vaso, um gradiente crescente de umidade que existe no perfil do solo na condição natural, onde as raízes se desenvolvem mais à procura de umidade.

QUADRO 7 - Valores médios da relação parte aérea/raiz (g/pl.), em função dos regimes de irrigação nas fases de crescimento, floração e épocas de plantio. Lavras, Minas Gerais, 1985.

Crescimento	Floração		Média	%
	Sem Déficit	Com Déficit		
Sem déficit	3,16	3,75	3,46	7,99
Com déficit	4,44	4,21	4,33	100,0
Média	3,80	3,98		
%	9,55	100,0		

	Crescimento		Média	%
	Sem Déficit	Com Déficit		
Exp. I	3,94	5,45	4,70	100,0
Exp. II	2,97	3,21	3,09	65,7

Frutificação	Média	%
Sem déficit	4,24	100,0
Com déficit	3,54	83,5

4.2. Número de Flores por Planta e Percentagem de Vingamento Floral

O resumo da análise de variância para estas características está apresentado no Quadro 17 (Apêndice). Observa-se que não ocorreu diferença significativa para o número de flores produzidas em função da época de plantio, contudo, houve efeito altamente significativo do déficite hídrico nas fases 1 e 2, isto é, no período vegetativo e durante a floração. Constatou-se também que só ocorreu interação significativa para o efeito do déficite hídrico nos períodos vegetativo e de floração.

O Quadro 8 apresenta os valores médios do número de flores por planta, em função dos regimes de irrigação nas diferentes fases consideradas em cada época de plantio. Observa-se que o número médio de flores por planta foi de 17,21 e que houve em média uma variação de 9,95 a 28,30 flores por planta, ou seja, houve uma redução de 65,0% no número de flores produzidas nas plantas com déficite hídrico, nos três períodos, em relação à aquelas sem déficite.

Os dados médios do número de flores por planta, apresentados no Quadro 9, constataam que o efeito do déficite hídrico foi mais pronunciado no período vegetativo do que no período de floração, com uma redução no número de flores no período vegetativo da ordem de 50,0%, ao passo que no florescimento a redução foi de 29,7%. Também podemos certificar que as plantas submetidas ao déficite hídrico, durante o período vegetativo, praticamente não recuperaram o seu po

QUADRO 8 - Valores médios do número de flores por planta e percentagem média de vinga-
mento floral nos diferentes regimes de irrigação, obtidos nas duas épocas
de plantio. Lavras, Minas Gerais, 1985.

Crescimento	Floração	Frutificação	Flores/Planta (nº)			Vingamento Floral (%)		
			Exp. I	Exp. II	Média	Exp. I	Exp. II	Média
		Déficite Hídrico						
Presença	Presença	Presença	10,0	9,9	9,95	33,7	33,3	33,50
		Ausência	11,0	10,0	10,95	45,2	45,6	45,40
	Ausência	Presença	11,7	12,9	12,30	25,5	18,5	22,00
		Ausência	13,5	11,9	12,70	43,4	52,4	47,90
Ausência	Presença	Presença	21,6	16,1	18,85	25,2	23,3	24,25
		Ausência	18,4	16,0	17,20	32,3	51,8	42,05
	Ausência	Presença	25,0	29,9	27,45	13,8	13,6	13,70
		Ausência	26,6	30,0	28,30	23,1	28,1	25,60
			Média	17,22	17,20	17,21	30,3	33,3

QUADRO 9 - Valores médios do número de flores por planta, em função dos regimes de irrigação nas fases de crescimento e floração, e épocas de plantio. Lavras, Minas Gerais, 1985.

Crescimento	Floração		Média	%
	Sem Déficit	Com Déficit		
Sem déficit	27,9	18,0	22,95	100,0
Com déficit	12,5	10,4	11,45	50,0
Média	20,20	14,20		
%	100,0	70,3		
Épocas de Plantio	Sem Déficit	Com Déficit		
Exp. I	19,2	15,3		
Exp. II	21,2	13,2		
Média	20,20	14,25		
%	100,0	70,5		

tencial de produção de flores quando, na fase seguinte, o déficit hídrico foi suspenso.

Embora não se tenha obtido um efeito generalizado de épocas de plantio, verifica-se (Quadro 9) que a queda no estabelecimento de flores em função do déficit hídrico, aplicado na fase de floração, foi maior na segunda época de plantio.

Devido à influência marcante do déficit hídrico no crescimento vegetativo, o potencial produtivo das plantas diminuiu sensivelmente, o que determinou uma maior redução no número de flores por planta nos tratamentos sob déficit hídrico na fase de crescimento, em relação àquelas com déficit na fase de floração. O maior número médio de flores por planta, apresentado pelo tratamento sem déficit hídrico, foi expressivamente superior ao obtido por RAMALHO et alii (28) para a mesma cultivar em condições de campo. Entretanto, valores extremamente baixos da ordem de 11 flores por planta foram obtidos nos tratamentos sob condição de deficiência nas duas primeiras fases.

A percentagem de vingamento floral foi bastante influenciada pelo regime de irrigação empregado. Verifica-se no Quadro 17 (Apêndice) que ocorreu efeito altamente significativo do déficit hídrico em todas as fases, havendo também efeito de interação entre as fases de crescimento e floração, frutificação e épocas de plantio.

As médias da percentagem de vingamento floral entre as fa

ses submetidas ao déficit hídrico, nas duas épocas de plantio, podem ser observadas no Quadro 8.

Verifica-se que, para aqueles tratamentos que tiveram uma redução do número de flores em função do déficit hídrico aplicado nas duas primeiras fases, houve um aumento relativo da percentagem de vingamento floral quando se fez a correção do déficit hídrico na fase de frutificação. Por outro lado a aplicação do déficit hídrico na fase de frutificação reduziu a percentagem de vingamento em 41,9%. Certifica-se também que as plantas submetidas ao déficit hídrico na fase de crescimento não tiveram uma alteração significativa na percentagem de vingamento com a suspensão do déficit hídrico na fase de floração.

A análise dos resultados obtidos nas duas épocas de plantio, em relação à fase de frutificação, nos mostra que o efeito do déficit hídrico nesta fase foi mais intenso na segunda época de plantio.

A percentagem média de vingamento floral verificado no tratamento sem déficit hídrico foi muito baixa, 26% em média, nas duas épocas de plantio. Entretanto, estes resultados são semelhantes aos obtidos por RAMALHO et alii (27), SILVEIRA et alii (30) e MENDES (20) com outras cultivares e em outras condições. Verificou-se também que devido ao baixo número de flores produzidas pelos tratamentos que sofreram déficit hídrico nas fases de crescimento e ou de floração, houve um aumento significativo na percentagem de vingamento, quando a fase de formação de vagens foi conduzida com regime nor

QUADRO 10 - Valores médios da percentagem de vingamento floral, em função dos regimes de irrigação nas fases de crescimento, floração e frutificação e épocas de plantio. Lavras, Minas Gerais, 1985.

Crescimento	Floração		Média	%
	Sem Déficit	Com Déficit		
Sem déficit	19,7	33,1	26,40	70,8
Com déficit	35,0	39,5	37,25	100,0
Média	27,35	36,30		
%	75,3	100,0		

Épocas de Plantio	Frutificação		Média	%
	Sem Déficit	Com Déficit		
Exp. I	36,0	24,6	30,30	90,9
Exp. II	44,5	22,2	33,35	100,0
Média	40,25	23,40		
%	100,0	58,1		

mal de irrigação. Esta observação está de acordo com os resultados encontrados por FLORES-LUI (9) e HOSTALÁCIO & VALIO (14), os quais observaram um aumento na percentagem de vingamento floral nas plantas que tiveram redução no número de flores em função do déficit hídrico.

4.3. Número de Vagens por Planta e Sementes por Vagem

O resumo da análise de variância para estas características está apresentado no Quadro 18 (Apêndice). Observa-se que não ocorreu diferença significativa para o número de vagens por planta e sementes por vagem, em função da época de plantio, contudo houve efeito altamente significativo do déficit hídrico nas fases de cres_cimento, floração e frutificação, exceto para o número de vagens por planta na fase de floração. Constatou-se também que entre as fases só ocorreu interação significativa do déficit hídrico nos períodos de floração e de frutificação.

O Quadro 11 apresenta valores médios do número de vagens por planta em função dos regimes de irrigação nas diferentes fases consideradas para cada época de plantio. Verifica-se que o número médio de vagens por planta foi de 4,89 e que todos os valores inferiores à média foram obtidos nos tratamentos que sofreram déficit hídrico na fase de frutificação, independente do que ocorreu nas outras fases.

QUADRO 11 - Valores médios do número de vagens por planta e sementes por vagem nos diferentes regimes de irrigação, obtidos nas duas épocas de plantio. Lavras, Minas Gerais, 1985.

Crescimento	Floração	Frutificação	Vagem/Planta (nº)			Sementes/Vagem (nº)		
			Exp. I	Exp. II	Média	Exp. I	Exp. II	Média
		Déficite Hídrico						
Presença	Presença	Presença	3,4	3,1	3,25	2,7	2,1	2,40
		Ausência	4,8	5,0	4,90	3,4	3,0	3,20
	Ausência	Presença	3,0	2,4	2,70	3,0	2,8	2,90
		Ausência	5,8	6,3	6,05	2,8	3,8	3,30
Ausência	Presença	Presença	4,5	3,8	4,15	3,1	2,2	2,65
		Ausência	5,9	8,3	7,10	3,5	3,4	3,45
	Ausência	Presença	3,4	4,1	3,75	3,8	3,2	3,50
		Ausência	6,0	8,4	7,20	3,6	3,5	3,55
		Média	4,60	5,18	4,89	3,24	3,00	3,12

A comparação das médias do número de vagens por planta, em função do déficit hídrico em cada fase, pode ser verificado no Quadro 13. Observa-se que houve uma redução de 45,3 e 23,7% no número de vagens por planta, devido ao efeito do déficit hídrico nas fases de frutificação e crescimento respectivamente. A interação dos níveis de irrigação entre as fases de floração e frutificação revelou ser mais prejudicial a aplicação do déficit hídrico na fase de frutificação, quando esta vem acompanhada de uma condição normal de irrigação na fase de floração, o que pode ser confirmado também com dados do Quadro 13.

O efeito das interações entre as fases de crescimento e de frutificação com as épocas de plantio (Quadro 12), revelam apenas que na ausência de déficit hídrico nestas fases, a segunda época de plantio proporcionou um maior estabelecimento de vagens por planta. A maior ou menor produção de vagens é dependente do número de flores produzidas e da percentagem de vingamento floral. Os resultados mostraram que a fase de frutificação foi a mais crítica no estabelecimento desta característica, influenciando diretamente a percentagem de vingamento floral, ao passo que a aplicação do déficit hídrico nas fases de crescimento e floração teve maior influência no número de flores produzidas. Uma vez que o feijoeiro produz um número excessivamente maior de flores que de fruto, observou-se que um aumento na percentagem de vingamento com a correção do déficit na fase de frutificação tenha neutralizado o efeito de déficit na fase de floração.

QUADRO 12 - Valores médios do número de vagens por planta, em função dos regimes de irrigação nas fases de crescimento, floração e frutificação e épocas de plantio. Lavras, Minas Gerais, 1985.

Floração	Frutificação		Média	%
	Sem Déficite	Com Déficite		
Sem déficite	6,6	3,2	4,90	100,0
Com déficite	6,0	3,7	4,85	98,9
Média	6,3	3,45		
%	100,0	54,7		

Épocas de Plantio	Crescimento	
	Sem Déficite	Com Déficite
Exp. I	4,9	4,2
Exp. II	6,1	4,2
Média	5,50	4,20
%	100,0	76,3

Épocas de Plantio	Frutificação	
	Sem Déficite	Com Déficite
Exp. I	5,6	3,6
Exp. II	7,0	3,3

Os resultados médios apresentados no Quadro 11 mostram que o número de sementes por vagem foi pouco influenciado pela condição de deficiência hídrica e que, reduções realmente expressivas só se verificam nos tratamentos com pelo menos duas fases com déficit hídrico.

Embora tenha obtido efeito altamente significativo do déficit hídrico em todas as fases, observa-se, no Quadro 13, que a redução do número de sementes por vagem foi consideravelmente baixa, da ordem de 9,1; 12,2 e 15,0% para as fases de crescimento, floração e frutificação respectivamente, o que confirma os resultados obtidos por COUTO (6) referindo esta característica como sendo a menos influenciada pelo déficit hídrico.

Analisando os regimes de irrigação entre as fases de floração e frutificação (Quadro 13), verifica-se que houve um efeito de interação no sentido de intensificar a redução do número de sementes por vagem com a aplicação do déficit nas duas fases, quando comparado com a soma dos efeitos individuais em cada fase. Constatou-se também (Quadro 13) que o efeito do déficit hídrico nas fases de floração e frutificação, só foram verificados na segunda época de plantio.

4.4. Peso de 100 Sementes e Produção de Grãos

De todas as características analisadas, o peso de 100 sementes foi a que menos sofreu influência do déficit hídrico. Veri-

QUADRO 13 - Valores médios do número de sementes por vagem, em função dos regimes de irrigação nas fases de floração e frutificação e épocas de plantio. Lavras, Minas Gerais, 1985.

Floração	Frutificação		Média	%
	Sem Déficite	Com Déficite		
Sem déficite	3,4	3,2	3,30	100,0
Com déficite	3,3	2,5	2,90	87,8
Média	3,35	2,85		
%	100,0	85,0		

Épocas de Plantio	Floração	
	Sem Déficite	Com Déficite
Exp. I	3,3	3,2
Exp. II	3,3	2,7

Épocas de Plantio	Frutificação	
	Sem Déficite	Com Déficite
Exp. I	3,3	3,1
Exp. II	3,4	2,6

Crescimento	Média	%
Sem déficite	3,3	100,0
Com déficite	3,0	90,9

fica-se (Quadro 18, Apêndice), que ocorreu diferença altamente significativa para o peso de 100 sementes em função da época de plantio, contudo, não se observou efeito significativo do déficit nas fases, o que não concorda com MIRANDA & BELMAR (22) e COUTO (6), os quais observaram redução no peso das sementes nos tratamentos com déficit hídrico.

Os valores médios do peso de 100 sementes, nas duas épocas de plantio, são mostrados no Quadro 14. Observa-se que a primeira época de plantio proporcionou um maior peso de 100 sementes em todos os tratamentos, em média estes acréscimos foram da ordem de 24%.

Uma vez que não foi observado diferença significativa do número de vagens por planta entre as épocas de plantio, fato que poderia ter uma certa correlação negativa com o peso das sementes segundo RAMALHO et alii (26), acredita-se que o menor peso das sementes verificado na segunda época de plantio seja devido a uma menor translocação de fotossimilados para as sementes em virtude de um maior gasto de energia nos outros processos fisiológicos em decorrência de uma maior demanda atmosférica verificada nesta época, como explica LAMBERT & LINK (17), referindo esta causa, como sendo a responsável pela redução do rendimento de ervilha.

O efeito de interação entre as fases de floração e frutificação, apresentado no Quadro 15, mostra que a aplicação do déficit hídrico, em cada uma destas fases isoladamente, apresentou um au

QUADRO 14 - Valores médios do peso de 100 sementes (g) e produção de grãos (g/pl.), nos diferentes regimes de irrigação, obtidos nas duas épocas de plantio. Lavras, Minas Gerais, 1985.

Crescimento	Floração	Frutificação	Peso de 100 Sementes			Produção de Grãos		
			Exp. I	Exp. II	Média	Exp. I	Exp. II	Média
		Déficite Hídrico						
Presença	Presença	Presença	34,48	25,48	29,98	2,95	1,60	2,28
		Ausência	36,26	27,91	32,09	4,94	4,21	4,58
	Ausência	Presença	34,05	29,34	31,70	2,90	1,97	2,44
		Ausência	32,49	25,25	28,87	5,12	5,91	5,52
Ausência	Presença	Presença	33,04	19,72	26,38	4,56	1,66	3,11
		Ausência	34,81	26,05	30,43	7,00	7,34	7,17
	Ausência	Presença	34,44	27,75	31,10	4,36	3,65	4,01
		Ausência	33,95	25,52	29,74	7,25	7,30	7,28
		Média	34,14	24,88	30,01	4,89	4,21	4,55

mento no peso das sementes, ao passo que aplicação do déficit hídrico durante as duas fases provocou uma diminuição no peso das sementes.

QUADRO 15 - Valores médios do peso de 100 sementes (g), em função dos regimes de irrigação nas fases de floração e frutificação. Lavras, Minas Gerais, 1985.

Floração	Frutificação	
	Sem Déficit	Com Déficit
Sem déficit	29,30	31,26
Com déficit	31,39	28,18

A soma dos efeitos dos componentes de produção foram suficientemente grandes para induzir variações altamente significativas na produção de grãos. Verifica-se (Quadro 18, Apêndice) que ocorreu diferença altamente significativa na produção de grãos, em função da época de plantio e do déficit hídrico, em todas as fases estudadas. Constata-se também que só ocorreu interação significativa para o efeito do déficit hídrico nas fases de floração e frutificação com as épocas de plantio.

O Quadro 14 apresenta os valores médios de produção de grãos, em função dos regimes de irrigação, nas diferentes fases con

sideradas em cada época de plantio. Observa-se que a produção média por planta foi de 4,55 e que houve, em média, uma variação de 2,28 a 7,28 g/planta, o que representa uma redução de 68,7% na produção de grãos, nas plantas com déficit hídrico, nos três períodos, em relação àqueles sem déficit.

Os dados médios da produção de grãos, apresentados no Quadro 16, mostra que o efeito do déficite hídrico foi mais pronunciado no período de frutificação do que nos outros períodos, com uma redução na produção de 51,8%, ao passo que nas fases de crescimento e floração a redução foi da ordem de 31,2 e 10,8% respectivamente.

A sensibilidade do feijoeiro ao déficit hídrico, na fase de crescimento, é contraditória entre os trabalhos verificados na literatura. No presente trabalho, verificou-se que a aplicação do déficite hídrico na fase de crescimento afetou, de maneira sensível, o rendimento de grãos, o que é confirmado com os trabalhos de ROBINS & DOMINGO (29), STANSELL & SMITTLE (35) e MAGALHÃES et alii (19) que também verificaram reduções da ordem de 20 a 25% na produção de grãos, quando submeteram o déficit hídrico nesta fase. Entretanto, discordando de tal resultado, KATTAN & FLEMING (15) verificaram que o estresse nesta fase não afeta o rendimento, desde que o restante do ciclo tenha sido provido de umidade adequada e o plantaio feito com alto nível de umidade no solo. Os trabalhos de RAGGI et alii (25), GARRIDO et alii (12) e PARJÔL (24) destacam as fases de florescimento e frutificação como sendo as mais críticas, no entanto, os resultados obtidos no presente estudo não concordam com-

QUADRO 16 - Valores médios de produção de grãos (g/pl.), em função dos regimes de irrigação nas fases de floração e frutificação com as épocas de plantio. Lavras, Minas Gerais, 1985.

Floração	Épocas de Plantio		Média	Porcentagem Relativa
	Exp. I	Exp. II		
Sem déficit	4,91	4,70	4,81	100,0
Com déficit	4,86	3,72	4,29	89,2

Frutificação	Épocas de Plantio		Média	Porcentagem Relativa
	Exp. I	Exp. II		
Sem déficit	6,08	6,19	6,14	100,0
Com déficit	3,69	2,23	2,96	48,2

Crescimento	Média		Porcentagem Relativa
Sem déficit	5,39		100,0
Com déficit	3,71		68,8

pletamente com tal observação, visto que, a aplicação do déficit hídrico na fase de floração apresentou efeito somente na segunda época de plantio e com intensidade menor aos obtidos para as outras fases. Acredita-se que a queda de temperatura verificada na época de floração no primeiro plantio tenha neutralizado o efeito de déficit. Admite-se, ainda, que este efeito menos expressivo nesta fase seja parcialmente devido a um menor período de duração do déficit hídrico, quando comparado com as outras fases. De forma contrária, a fase de frutificação foi extremamente sensível à condição de deficiência hídrica.

Os resultados obtidos concordam com KATTAN & FLEMING (15) e GARRIDO et alii (12), ao referir a fase de frutificação como sendo a mais crítica no feijoeiro.

De maneira geral, observou-se uma menor produção de grãos na segunda época de plantio. Admite-se que esta seja, quase que integralmente, devida a uma diminuição acentuada no tamanho da semente nesta época, uma vez que os outros componentes de produção não diferiram estatisticamente de uma época para a outra. Dentro de uma mesma época de plantio, a grande diferença apresentada pelos tratamentos está mais associada a uma redução no número de vagens por planta, que foi o componente de produção que mais variou entre os tratamentos. Este aspecto foi observado por RAMALHO et alii (26) e PANIAGUA & PINCHINAT (23), evidenciando alta correlação entre o número de vagens por planta e produção de grãos.

A análise das interações entre as fases de floração e frutificação com as épocas de plantio, apresentados no Quadro 17, mostra que o efeito de épocas de plantio só foi significativo para os tratamentos com déficit hídrico, quando consideramos apenas estas duas fases.

5. CONCLUSÕES

Com base nos resultados obtidos chegou-se às seguintes conclusões:

a) A produção de matéria seca de raízes e parte aérea é extremamente sensível à aplicação do déficit hídrico na fase de crescimento.

b) A aplicação do déficit hídrico, nas fases de crescimento e floração, causou redução de 50 e 29% no número de flores por planta respectivamente.

c) A correção do déficit hídrico, na fase de frutificação, aumentou de maneira significativa a percentagem de vingamento floral.

d) Dos componentes de produção, o número de vagens por planta foi o mais afetado pela falta de água no solo.

e) Não houve alteração no tamanho das sementes, em função do déficit hídrico.

f) A aplicação do déficite hídrico, nas fases de crescimento, floração e de frutificação, causou redução de 31,2%; 10,8% e 51,8% na produção de grãos respectivamente.

6. RESUMO

Para verificar o efeito do déficit hídrico durante o ciclo do feijoeiro, a cultivar Eriparza foi submetida a déficit hídrico durante os períodos vegetativo, florescimento e frutificação. Para isto foram conduzidos dois experimentos em casa de vegetação do Departamento de Biologia da Escola Superior de Agricultura de Lavras, ESAL, nos períodos de 27/04/85 à 10/07/85 e de 28/08/85 à 01/11/85. Utilizou-se o delineamento experimental inteiramente casualizado em esquema fatorial 2^3 com quatro repetições, compreendendo respectivamente: dois níveis de umidade no solo, 50 e 35% do volume total de poros (VTP), combinados em três diferentes fases do ciclo de crescimento, do plantio até o início da floração, durante o florescimento e período de desenvolvimento de vagens. Foram analisadas as seguintes características: matéria seca da planta, relação parte aérea/raiz, número de flores, vingamento floral, número de vagens e sementes por vagem, peso de 100 sementes e produção de grãos. O déficit hídrico afetou a todas as características, mas o seu efeito variou de acordo com a sua ocorrência, sendo que, em termos de produção de grãos, o déficit hídrico foi mais evidenciado quando o

correu durante a fase de frutificação. Neste caso contribuiu para u ma redução média de 51,8% na produção de grãos, ao passo que os dé- ficite hídricos ocorridos durante o crescimento e floração apresen- taram uma redução de 31,2 e 10,8% respectivamente.

7. SUMMARY

To verify the water stress effect during the beans cycle of Eriparza type it was submited to water stress during the vegetative, flowering and frutification periods. For this were conducted two experiments in a green house of the biology Department of Escola Superior de Agricultura de Lavras, ESAL, from 04/27/85 to 07/10/85 and from 08/28/85 to 11/01/85. The Experimental design was used interily randomesed in 2^3 factorial squeme with four repetitions, respectively comprehending two levels of soil humidity, 50 and 35% of the total volume of pores (TVP) combined in three diferent fase of the growth cycle, from the planting to the beginning of the flowering, during the flowering and period of development of the green beans. The following characteristics were analizes: dry plant material, shoot-root ratio, number of flowers, surviving flowers, number of green beans and seeds per green bean, weight of 100 seeds and grain production.

The water stress affected all the characteristics, but its occurance, being that in terms of grain production the water stress was noticeable when occuring durin the frutification fase. This con

tributed 51,8% reduction of the grain production were as the water stress that occurred during the growth and flowering presented a reduction of 31,2 and 10,8% respectively.

8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. BERNARDO, S.; GALVÃO, J.D.; GUERINI, H. & CARVALHO, J.B. de. Efeito de níveis de água no solo sobre a produção do feijoeiro (*Phaseolus vulgaris* L.). *Seiva*, Viçosa, 30(71):7-13, out./dez. 1970.
2. BLAKE, G.R. Particle density. In: BLACK, C.A. ed. **Methods of soil analysis**; physical and mineralogical properties including statistics of measurement and sampling. Madison, American Society of Agronomy, 1965. p.371-73.
3. BONANO, A.R. & MACK, H.J. Yield components and pod quality of snap beans under differential irrigation. *Journal of the American Society for Horticultural Science*, Alexandria, 108(5): 832-6, Sept. 1983.
4. CAIXETA, T.J.; MARIANO, R. & FRANÇA-DANTAS, M.S. Efeito da aplicação de quatro lâminas totais de água e três níveis de fertilizantes no rendimento do feijoeiro comum. In: EMPRESA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA DE MINAS GERAIS. **Projeto Feijão**; relatório 73/75. Belo Horizonte, 1978. p.27-9.

5. COMISSÃO DE FERTILIDADE DO SOLO DO ESTADO DE MINAS GERAIS; **Recomendação para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais**; 3ª aproximação, Belo Horizonte, EPAMIG, 1978. 80p.
6. COUTO, L. Effects of water stress on growth, reproductive development, dry matter partitioning and yield components of bean (*Phaseolus vulgaris* L.) in the field. **Dissertation abstracts Internacional**; Série B, New York, 39(12):5695, 1979.
7. DAMATTE, J.B.I. **Estudo da interação entre irrigação, adubação mineral e incorporação de matéria verde semi-decomposta na cultura do feijão**. Campinas, Instituto Agrônômico, 1974. 27p.
8. DUBETZ, S. & MAHALLE, P.S. Effect of soil water stress and bush (*Phaseolus vulgaris* L.) at three stages of growth. **Journal of the American Society for Horticultural Science**, Alexandria, 94(5):479-81, Aug. 1969.
9. FLORES-LUI, L.F. **Flowering, pod set, yield and dry matter partitioning of beans (*Phaseolus vulgaris* L.) in response to water stress and flower and leaf removal**. Davis, 1985. 119p. (Tese Doutorado).
10. FORSYTHE, W.M. & LEGARDA, B.L. Soil water and aeration and red bean production. I. Mean maximum soil moisture section. **Turrialba**, Turrialba, 28(1):81-6, Jan./Mar. 1978.

11. GARRIDO, M.A.T. Efeito de diferentes níveis de umidade no solo sobre o rendimento do feijoeiro comum, na região sul de Minas Gerais. In: EMPRESA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA DO ESTADO DE MINAS GERAIS. **Projeto feijão**; relatório 75/76. Belo Horizonte, 1978. p.36-2.
12. _____; PURCINO, J.R.C. & LIMA, C.A.S. Efeito do déficit de água em alguns períodos do ciclo de crescimento sobre o rendimento do feijoeiro comum. In: EMPRESA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA DE MINAS GERAIS. **Projeto feijão**; relatório 77/78. Belo Horizonte, 1979. p.27-7.
13. _____ & TEIXEIRA, H.A. Efeito de diferentes níveis de umidade do solo sobre o rendimento do feijoeiro comum, na região sul de Minas Gerais. In: EMPRESA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA DO ESTADO DE MINAS GERAIS. **Projeto feijão**; relatório 76/77. Belo Horizonte, 1978. p.24-7.
14. HOSTALÁCIO, S. & VÁLIO, I.F.M. Desenvolvimento de planta de feijão CV. Goiano precoce, em diferentes regimes de irrigação. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, 19(2):211-18, fev. 1984.
15. KATTAN, A.A. & FLEMING, J.W. Effect of irrigation at specific stages of development on yield, quality, growth and composition of snap beans. **Proceedings of the American Society for Horticultural Science**, Arkansas, 68:329-42, Dec. 1956.

16. KRAMER, P.J. Water stress and plant growth. *Agronomy Journal*. Madison, 55(1):31-5, Jan./Feb. 1963.
17. LAMBERT, R.G. & LINCK, A.J. Effects of high temperature on yield of peas. *Plant Physiology*, 33(5):347-50, Sept. 1958.
18. MAGALHÃES, A.A. & MILLAR, A.A. Efeito do déficit de água no período reprodutivo sobre a produção do feijão. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, 13(2):55-60, Jun. 1978.
19. _____; _____ & CHOUDHURY, E.N. Efeito do déficit fenológico de água sobre a produção de feijão. Turrialba, Turrialba, 29(4):269-73, Oct./Dic. 1979.
20. MENDES, A.N.G. Hábito de florescimento e vingamento de flores e de fruto no feijoeiro (*Phaseolus vulgaris* L.). Piracicaba, ESALQ, 1983. 67p. (Tese MS).
21. MILLAR, A.A. & GARDNER, W.R. Effect of the soil and plant water potentials on the dry matter production of snap beans. *Agronomy Journal*, Madison, 64(5):559-62, Sept./Oct. 1972.
22. MIRANDA, N.O. & BELMAR, N.C. Déficit hídrico frequência de riego em frijol (*Phaseolus vulgaris* L.). *Agricultura Técnica*, Santiago, 37(3):111-7, 1977.
23. PANIAGUA, C.V. & PINCHINAT, A.M. Critérios de selección para mejorar el rendimiento de grano em frijol (*Phaseolus vulgaris* L.). Turrialba, Turrialba, 26(2):126-31, abr./jun. 1976.

24. PÂRJOL, L. Investigation of drought resistance in beans at different growth stages. **Fild Crop Abstracts**, Farnham Royal, **299(11):776**, Nov. 1976.
25. RAGGI, L.A.; BERNARDO, S. & GALVÃO, J.D. Efeito do turno de rega em três fases do ciclo do feijoeiro. **Seiva**, Viçosa, **32(76):34-43**, jan./dez. 1972.
26. RAMALHO, M.A.P.; ANDRADE, L.A.B. de & TEIXEIRA, N.C.S. Correlações genéticas e fenotípicas entre caracteres de feijão (*Phaseolus vulgaris* L.). **Ciência e Prática**, Lavras, **3(1):63-70**, jan./jun. 1979.
27. _____ & FERREIRA, M.M. Comportamento de cultivares de feijão (*Phaseolus vulgaris* L.) em relação ao florescimento e vingamento das vagens. **Ciência e Prática**, Lavras, **3(1):80-4**, jan./jun. 1979.
28. _____; REIS, W.P. & FERNANDES, M.I.P.S. Produção de flores e vingamento floral de cultivares de feijoeiro em monocultivo e em consórcio com milho. **Ciência e Prática**, Lavras, **9(1):48-58**, jun./jul. 1985.
29. ROBINS, J.S. & DOMINGO, C.E. Moisture deficits in relation to the growth and development of dry beans. **Agronomy Journal**, Madison, **48(2):67-70**, Feb. 1956.
30. SILVEIRA, P.M. da; CASTRO, J.A.P. & STONE, L.F. Idade da floração e vingamento de flores em duas cultivares de feijão.

Pesquisa Agropecuária Brasileira, Brasília, 15(2):229-32, abr. 1980.

31. SILVEIRA, P.M. da; FONSECA, J.R. & GUIMARÃES, C.M. **Consumo de água pelo feijão de terceira época irrigado por aspersão**. Goiânia, EMBRAPA-CNPAF, 1981. 5p. (EMBRAPA. CNPAF. Comunicado Técnico, 9).
32. _____; STEINMETZ, S.; GUIMARÃES, C.M.; AIDAR, H. & CARVALHO, J.R.P. da. **Lâminas de água e turnos de rega na cultura do feijoeiro de inverno**. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, 19(2):219-23, mar. 1984.
33. _____ & STONE, L.F. **Balanço de água na cultura do feijão em latossolo vermelho-amarelo**. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, 14(2):111-15, abr. 1979.
34. SOCIEDADE BRASILEIRA DE CIÊNCIA DO SOLO. Serviço Nacional de levantamento e Conservação do Solo. **Manual de descrição e coleta de solo no campo**. Campinas, 1982. 46p.
35. STANSELL, J.R. & SMITLLE, D.A. **Effects of irrigation regimes on yield and water use of snap bean (*Phaseolus vulgaris* L.)**. **Journal of the American Society for Horticultural Science**, Alexandria, 105(6):869-73, Nov. 1980.
36. STONE, L.F. & MOREIRA, J.A.A. **Irrigação do feijoeiro**. Goiânia, EMBRAPA-CNPAF, 1986. 31p. (EMBRAPA-CNPAF. Circular Técnica, 20).

37. SUBHADRANANDHU, S.; ADAMS, M.W. & REICOSKY, D.A. Abscission of flowers and fruits in (*Phaseolus vulgaris* L.). I. Cultivar differences in flowiring pattern and abscission. **Crop Science**, Madison, 18(5):893-96, Sept./Oct. 1978.
38. VAADIA, Y.; RANEY, F.C. & HAGAN, R.M. Plant water déficits and physiological processes. **Annual Review Plant Physiology**. 12: 265-92, 1961.
39. VOMOCIL, J.A. Porosity. In: BLACK, C.A. ed. **Methods of soil analysis**; phisical and mineralogical properties, including statistics of measurement and sampling, Madison, American So_ciety of Agronomy, 1965. p.299-314.

A P Ê N D I C E

QUADRO 17 - Resumo das análises conjunta da variância para as características: matéria seca da parte aérea, matéria seca de raízes, relação parte aérea/raiz, número de flores/planta e percentagem de vingamento floral. Lavras, Minas Gerais, 1985.

Causas de Variação	G.L.	Quadrados Médios		
		Peso de Matéria Seca	Relação	Nº de
Parte Aérea		Parte Aérea/Raiz	Flores/Planta ²	Floral ¹
Raízes				% Vingamento
Épocas de	1	253,7649**	42,4615**	0,0114
Plantio (E)	1	423,4332**	12,9510**	30,2913**
Fase 1 (A)	1	29,4035**	0,6786	7,4189**
Fase 2 (B)	1	71,0227**	8,4318**	0,0067
Fase 3 (C)	1	3,6867	2,3831**	2,0627**
A x B	1	4,4865	0,8303	0,0818
A x C	1	8,5849**	0,0036	0,0318
B x C	1	0,6400	1,3027	0,1067
A x B x C	1	0,0767	0,6162	0,0001
A x E	1	4,9176*	6,9103**	42,3140
A x E	1	0,0095	0,2849	10,6320
B x E	1	0,0729	0,2849	10,6320
B x E	1	0,4900*	0,3011	181,3040
C x E	1	17,7452**	0,3011	15,0750
A x B x E	1	0,2301	0,3768	8,2270
A x B x E	1	0,0526	0,0007	0,0820
A x C x E	1	0,1640	0,0387	0,1841
B x C x E	1	0,1391	0,7500	87,4170
A x B x C x E	1	0,6918	0,2371	17,4631
E TIO	48	0,0994	0,2371	0,1041
C.V. %		10,73	12,50	7,95
		15,06		12,35

¹/ Dados transformados em arc sen \sqrt{x} .

²/ Dados transformados em \sqrt{x} .

³/ Fases 1, 2 e 3 efeito do déficit hídrico durante os períodos de crescimento vegetativo, floração e frutificação respectivamente.

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

QUADRO 18 - Resumo das análises conjunta da variância para as características: número de vagens/planta, número de sementes por vagem, peso de 100 sementes e produção de grãos. Lavras, Minas Gerais, 1985.

Causas de Variação	G.L.	Quadrados Médios			
		Nº de Vagens/Planta ^{1/}	Nº de Sementes/Vagem ^{1/}	Peso de 100 Sementes	Produção de Grãos
Épocas de Plantio (E)	1	0,1454	0,0663	1.105,1460**	7,2698**
Fase 1 ^{2/} (A)	1	1,4854**	0,1620**	24,9370	45,2089**
Fase 2 (B)	1	0,0001	0,2116**	6,3310	4,2694**
Fase 3 (C)	1	6,6629**	0,3393**	3,9160	160,6874**
A x B	1	0,0252	0,0060	30,4300	0,0037
A x C	1	0,0228	0,0133	11,5860	2,8956
B x C	1	0,3011*	0,1243*	106,9410**	0,0009
A x B x C	1	0,0878	0,0048	0,2260	2,5481
A x E	1	0,2512*	0,0441	15,5150	0,2848
B x E	1	0,0252	0,0977*	28,1480	3,5109**
C x E	1	0,4079**	0,1296*	0,2200	9,8517**
A x B x E	1	0,0415	0,0441	0,6080	0,0001
A x C x E	1	0,0645	0,0002	5,5160	0,7418
B x C x E	1	0,0088	0,0036	22,4970	0,4306
A x B x C x E	1	0,0749	0,0431	2,4200	0,3080
Erro	48	0,0426	0,0208	7,2512	0,4819
C.V. %		9,53	9,23	8,96	15,26

^{1/} Dados transformados em \sqrt{x} .

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

^{2/} Fases 1, 2 e 3 efeito do déficit hídrico durante os períodos de crescimento vegetativo, floração e frutificação respectivamente.