# EFEITO DO DÉFICIT DE ÁGUA NO PERÍODO REPRODUTIVO SOBRE A PRODUÇÃO DO FEIJÃO[1]

ARNÓBIO ANSELMO DE MAGALHÃES[2] e AGUSTÍN A. MILLAR[3]

**RESUMO.- Usando um delineamento de blocos casualizados com 9 tratamentos e 3 repetições, estudou-se a tolerância, à seca, do feijão, cultivar "IPA-74-19". Os tratamentos consistiram em diferentes números de dias de déficit de água, de 8 a 29 dias, usando-se uma faixa fenológica em torno do período mais crítico, a partir do início da floração. O conteúdo de água no solo foi mantido num nível ótimo antes e após o período de seca. Por ocasião da colheita fizeram-se determinações de produção de grãos, número de vagens por planta, e número de grãos por vagem. Para a produção de grãos por vagem, verificaram-se diferenças significativas ao nível de 1% de probabilidade entre os tratamentos; entretanto, para produção de vagens por planta, houve diferença significativa entre os tratamentos ao nível de 5 %. Após 14, 17 e 20 dias sem irrigação, as reduções nos rendimentos foram de 20, 38 e 52 %, respectivamente, permanecendo quase constantes até o final de 29 dias de seca.**

*Termos para indexação:* **déficit hídrico, irrigação fenológica, tolerância à seca, período crítico.**

## INTRODUÇÃO

Existem numerosas revisões de literaturas publicadas, envolvendo os temas "déficit de água em plantas" (HSIAO & ACEVEDO 1974, SLAVIK 1965, VAADIA et al. 1961), "deficiência hídrica relacionada a processos fisiológicos ou ao crescimento das plantas" (CRAFTS 1967, HENCKEL 1964, LAUDE 1974, STOKER 1960), e "resistência à seca" (HENCKEL 1964, ILJIM 1957, LEVITT 1951). Por outro lado, existem informações sobre o efeito do déficit de água em diferentes períodos do ciclo fenológico da maioria das culturas (DOORENBOS & PRUITT 1975, MILLAR 1976, SALTER & GOODE 1967) e sobre a metodologia para melhor uso destas informações no manejo da irrigação (MILLAR 1976). Contudo, não existem dados sobre o efeito da deficiência hídrica imposta em forma contínua no período fenológico da cultura de maior resposta à falta de água. Este tipo de informação é básico para se definir o grau de tolerância à seca e as possibilidades de se produzir em condições de sequeiro, visto que a maioria das terras agricultáveis do mundo encontram-se nas regiões semi-áridas, onde a deficiência de recursos hídricos é o principal fator limitante para o aumento de produção agrícola (HURD 1974).

No Nordeste brasileiro, encontra-se o chamado "polígono das secas", onde as chuvas são concentradas num único período, de 3 a 5 meses, variando as médias de uma área para outra (200-400 mm anuais), com distribuição irregular. O coeficiente de distribuição, nas áreas mais secas, é superior a 50% (SUDENE 1972). A evaporação média anual ultrapassa os 2.000 mm. Nesta região, o feijão é uma das culturas principais e cuja produção representa 32,2% da produção nacional. O fator hídrico, principalmente a baixa pluviometria e a má distribuição das chuvas é o fator mais limitante na produção regional do feijão. Existe uma grande necessidade de se tornar a produção do feijão menos dependente dos fatores climáticos. Para se lograr isto, é preciso obter-se a máxima eficiência no uso dos recursos hídricos e a introdução de variedades mais adaptadas e tolerantes à seca. Do ponto de vista da planta, o conhecimento do ciclo fenológico e os períodos de maior resposta ao dé-

1 Aceito para publicação em 7 de Junho de 1978
Contribuição conjunta do Centro de Pesquisa Agropecuária do Trópico Semi-Árido (CPATSA), EMBRAPA, Companhia de Desenvolvimento do Vale do São Francisco (CODEVASF) e Projeto FAO-BRA/74/008, Petrolina, PE. Brasil.
Parte da Tese para obtenção do grau de Mestre em Irrigação, apresentada pelo primeiro autor na Universidade Federal da Paraíba, Campina Grande, PB.

2 Engº Agrº, M.S., Pesquisador do CPATSA/EMBRAPA, Caixa Postal 23, 56.300, Petrolina, PE.

3 Engº Agrº, Ph.D., FAO, Projeto PNUD/BRA 74/008. CPATSA/EMBRAPA, Petrolina, PE. Brasil.

ficit de água e tolerância à seca são dados básicos para o manejo da cultura em condições de sequeiro. Outras implicações, do ponto de vista do clima e do solo são apresentadas por VIETS (1974).

Neste trabalho se apresentam resultados do efeito da deficiência hídrica contínua durante o período de floração à plena frutificação, sobre a produção e componentes da produção do feijão.

## MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido no Campo Experimental de Bebedouro, do Centro de Pesquisa Agropecuária do Trópico Semi-Árido (EMBRAPA), em Petrolina-PE, Brasil. As características climáticas da região, solo e suas propriedades hídricas são indicadas por MAGALHÃES et al. (1978).

O delineamento estatístico adotado foi o de blocos casualizados com 9 tratamentos e 3 repetições. As parcelas tiveram dimensões de 4 m x 3 m e foram espaçadas, umas das outras, de 1,50 m. Adotou-se o espaçamento de 0,50 m entre linhas e de 0,20 m entre plantas. Considerou-se como área útil a área ocupada pelas 4 linhas centrais, eliminando-se 0,30 m de cada extremidade. A adubação foi constituída de 40 kg/ha de N na forma de sulfato de amônio, e de 60 kg/ha de $P_2O_5$ na forma de superfosfato simples. Em fundação, aplicou-se 1/3 de nitrogênio e o total de fósforo. O restante de nitrogênio foi aplicado em cobertura, 27 dias após o plantio.

O plantio foi realizado em 20.05.77, sendo efetuado o desbaste 15 dias após, deixando-se 2 plantas a cada 20 cm, de forma a proporcionar uma densidade populacional de cerca de 200.000 plantas por hectare.

Os tratamentos adotados são esquematizados na Fig. 1. O tratamento consistiu em irrigar em condições ótimas de umidade, durante todo o ciclo da cultura. Os demais tratamentos tiveram diferentes déficits contínuos, provocados a partir de uma semana antes do início da floração.

No final de cada período de déficit, foram feitas amostragens de solo para determinação de umidade e aplicação de uma lâmina de água suficiente para elevá-lo até à capacidade de campo. Após o período do déficit de água, os tratamentos foram

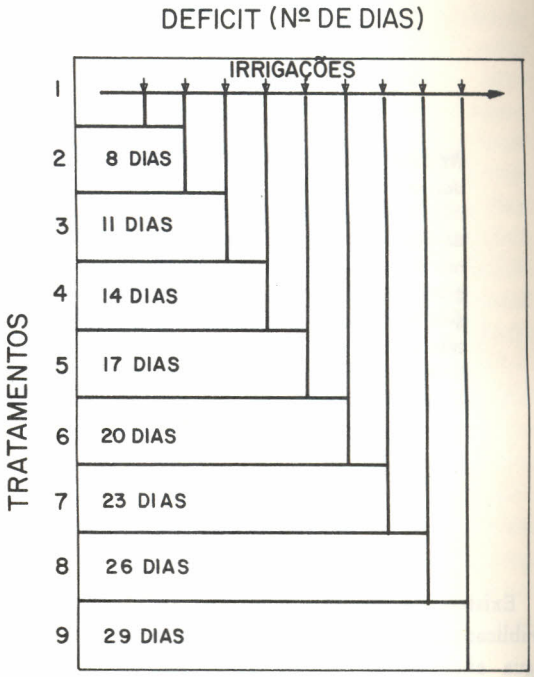


Fig. 1. Diagrama esquemático mostrando os tratamentos de número de dias de déficit de água, a partir de uma semana antes da floração.

conduzidos em condições ótimas de umidade até o final do ciclo da cultura.

O sistema de irrigação e de aplicação da água foram os mesmos utilizados por MAGALHÃES et al. (1978). Para a determinação do conteúdo de umidade do solo, usou-se o método gravimétrico. Antes e após cada irrigação, foram feitas amostragens do solo até à profundidade de 0,90 m em 2 parcelas por tratamento. Os dados do potencial matricial do solo foram inferidos através da curva de retenção de água, usando-se os dados de conteúdo de água do solo.

A colheita foi realizada 81 dias após a emergência, sendo feita a determinação do número de vagens por planta, e de grãos por vagem, a partir de grupos de 20 plantas colhidos nas duas fileiras centrais de cada parcela. Destes grupos de vagens, foram retiradas 50 vagens ao acaso, para a determinação do número de grãos por vagem.

A análise estatística dos dados foi feita segundo os métodos convencionais de comparação das va-

riâncias e dos contrastes entre médias, utilizando-se os testes de F e DUNCAN, respectivamente. Os dados referentes ao número de vagens por planta e de grãos por vagem foram transformados em raiz quadrada para efetuar a análise.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os dados de produção de grãos de feijão em função do número de dias de déficit de água, a partir de uma semana do início da floração, são mostrados na Tabela 1. Em geral, verificou-se uma diminuição na produção de grãos com o número de dias de déficit de água, devido ao aumento do potencial matricial do solo. Isto é graficamente mostrado nas Fig. 2 e 3. A Fig. 3 mostra o conteúdo de água e o potencial matricial do solo equivalente ao teor de umidade ao fim de cada período de déficit, indicando que o conteúdo de água decresce e o potencial matricial do solo diminui curvilinearmente com o aumento do período de déficit.

A relação entre rendimento relativo e o número de dias de déficit (Fig. 2) mostra que os rendimentos foram seriamente afetados quando o déficit imposto perdurou por mais de 17 dias na fase fenológica, em torno do período mais crítico, definido por MAGALHÃES et al. (1978) como sendo o período do início da floração à plena floração.

Os dados de rendimento relativo indicaram que houve um decréscimo em torno de 20% nos rendimentos quando a cultura esteve 14 dias sem irrigação, atingindo o solo um potencial matricial de -1,7 bar, na camada de 0 - 30 cm (Fig. 2 e 4). Ao final de 17 dias sem irrigação, os rendimentos decresceram em cerca de 38%, alcançando o solo um potencial matricial de -3,8 bares na camada de 0 - 30 cm do solo. Após 20 dias de déficit, os rendimentos sofreram uma redução de aproximadamente 52%, permanecendo quase inalterado até o final de 29 dias de déficit, quando o solo atingia -12,2 bares de potencial matricial.

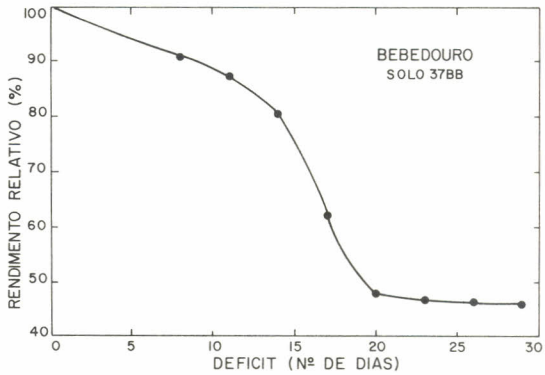


Fig. 2. Rendimento relativo de feijão em função do número de dias de déficit no período de floração à plena frutificação.

**TABELA 1. Produção de grãos, componentes de produção (vagens/planta e grãos/vagem), e rendimento relativo para feijão em função do número de dias de déficit de água durante o período reprodutivo.**

| Tratamento | Número de dias de déficit | Potencial matricial (Bares) | Produção de grãos (kg/ha) | Componentes de produção | | Rendimento relativo de grãos (%) |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | Número de vagens por planta | Número de grãos por vagem | |
| 1 | 3 | -0,2 | 2215,97 a | 9,65 a | 5,87 a | 100,00 |
| 2 | 8 | -0,7 | 2014,38 a | 9,98 ab | 5,20 abc | 90,90 |
| 3 | 11 | -0,9 | 1942,50 a | 8,38 abc | 4,99 bc | 87,66 |
| 4 | 14 | -1,7 | 1783,47 ab | 7,85 abc | 5,44 ab | 80,48 |
| 5 | 17 | -3,8 | 1377,48 bc | 7,07 bc | 5,04 bc | 62,16 |
| 6 | 20 | -6,4 | 1061,16 c | 6,67 c | 4,71 c | 47,89 |
| 7 | 23 | -8,2 | 1058,58 c | 6,68 c | 4,65 c | 47,77 |
| 8 | 26 | -10,0- | 1034,62 c | 6,42 c | 4,83 bc | 46,69 |
| 9 | 29 | -12,2 | 1022,85 c | 7,55 abc | 5,03 bc | 46,16 |

Médias seguidas de letras iguais na mesma coluna não diferem estatisticamente entre si ao nível de 5% pelo Teste de Duncan.

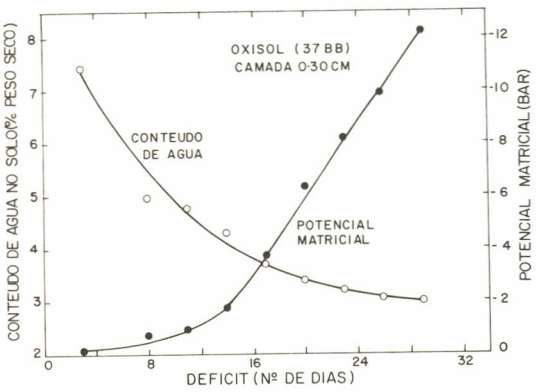


Fig. 3. Conteúdo de água e potencial matricial na camada 0-30 cm de solo em função do número de dias de déficit durante o período de floração à plena frutificação do feijão.

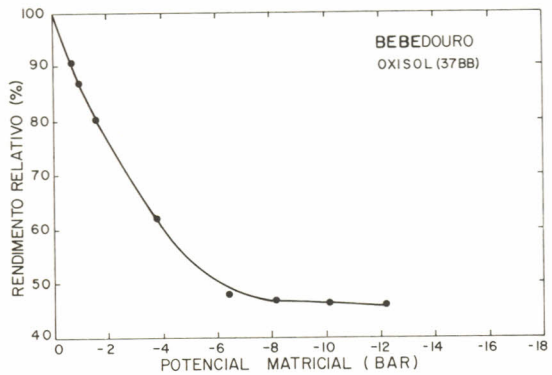


Fig. 4. Rendimento relativo de feijão em função do potencial matricial da camada 0-30 cm do solo.

Com base na Fig. 4, pode-se concluir que o rendimento relativo diminui à medida que o potencial matricial do solo decresce. Portanto, para se lograr maiores rendimentos, de pelo menos 80% da produção potencial, é necessário que o solo esteja com um potencial matricial abaixo de -2 bares e que a cultura seja irrigada no máximo com intervalo de 14 dias no período mais crítico.

Através da análise de variância para a produção de grãos de feijão sob diferentes períodos de seca, no período reprodutivo, verificou-se uma diferença significativa ao nível de 1% de probabilidade entre os tratamentos de tolerância à seca pelo teste F. A comparação das médias de produção de grãos feitas com base no Teste de Duncan, ao nível de 5 %, é mostrada na Tabela 1.

Os resultados deste tipo de experimento permitem obter outras relações de muita utilidade prática no manejo de irrigação. Por exemplo, segundo MILLAR (1976), a relação entre rendimento relativo e potencial matricial do solo (Fig. 4) permite definir o nível operacional a que se pode adequar a irrigação para obter o rendimento máximo operacional menor que o rendimento potencial. Os dados da relação anterior, normalmente, são obtidos num experimento de níveis de umidade, os quais são mantidos ao longo do ciclo fenológico; entretanto, os dados da Fig. 4 foram obtidos num período fenológico. De acordo com os resultados obtidos por MAGALHÃES et al. (1978), o feijão apresenta uma faixa fenológica onde a falta de água produz uma maior redução nos rendimentos. Dessa maneira, usando-se o período de maior resposta da planta para obter a relação entre rendimento relativo e potencial matricial, se economiza tempo e trabalho, já que os experimentos de níveis de irrigação exigem um controle rigoroso do balanço de água e aplicação da irrigação ao longo do ciclo fenológico da cultura.

Os resultados de produção de vagem por planta e de grãos por vagem são também mostrados na Tabela 1. Esses parâmetros foram influenciados pelo potencial matricial do solo atingido por cada tratamento. Da análise estatística dos dados de vagens por planta verificaram-se diferenças significativas ao nível de 5% entre os tratamentos de número de dias de déficit.

Através da análise de variância para a produção de grãos por vagem, verificou-se uma diferença significativa entre os tratamentos de número de dias de seca, ao nível de 1% de probabilidade pelo teste F.

A metodologia usada neste trabalho, junto com o conhecimento do período fenológico, onde uma deficiência hídrica produz o maior decréscimo nos rendimentos, pode ser usada para selecionar variedades resistentes à seca. Os conceitos de resistência à seca são discutidos em detalhes por vários autores (HENCKEL 1964, ILJIM 1957, LEVITT 1951).

As características do experimento para discriminação de tolerância à seca são apresentadas por MILLAR (1977). No CIMMYT e no Brasil se tem usado a introdução de regimes de irrigação (níveis alto, médio e baixo) para selecionar variedades resistentes à seca (FISHER 1975). Este é um procedimento válido, só que não discrimina o efeito isolado dos estágios fenológicos da planta. Várias outras características da planta deverão ser levadas em consideração conforme indicação de HURD (1974).

## CONCLUSÕES

1. Para a produção de grãos, verificou-se diferença signficativa ao nível de 1% de probabilidade entre os tratamentos de seca.

2. Para as produções de vagens por planta e grãos por vagem, verificou-se diferença significativa entre os tratamentos ao nível de 5% e 1% de probabilidade, respectivamente.

3. Houve um decréscimo de 20% nos rendimentos quando a cultura esteve 14 dias sem irrigação durante a floração. Depois de 17 a 20 dias sem irrigação, as reduções nos rendimentos foram de 30 a 52%, respectivamente, permanecendo quase constante até o final de 29 dias de déficit.

4. Verificou-se que é possível usar o período de maior resposta ao déficit de água para gerar a relação entre rendimento relativo e potencial matricial do solo, a qual é de importância para a definição do nível operacional de manejo de irrigação.

## REFERÊNCIAS


BRASIL. SUDENE. Recursos naturais do Nordeste; investigação e potencial. Recife, MINTER/SUDENE/DRN, 1972. 109 p. Sumário.

CRAFTS, A.S. Water deficits and physiological processes. In: KOZLOWSKI, T.T., ed. Water deficits and plant growth. New York, Academic Press, 1967.

DOORENBOS, J. & PRUITT, W.O. Crop water requirements. Rome, FAO, 1975. 179 p. (Irrigation and drainage paper, 24)

FISHER, K.S. Potential for genetic improvement in the performance of maize grow under limited moisture. México, CIMMYT, 1975. 10 p. Xerox.

HAIZE, H.R. & HAGAN, R.M. Soil, plant, and evaporative measurements as criteria scheduling irrigation. In: HAGAN, R.M.; HAIZE, H.R. & EDMINSTEBS, Talcott T.T. W. Irrigation for agricultural lands. Madison, America Society of Agronomy, 1967. p. 557-604. (Agronomi Series, 11)

HENCKEL, P.A. Physiology of plants under drought. Annual Review of Plant Physiology, 15:363-86, 1964.

HSIAO, T.C. & ACEVEDO, E. Plant responses to water deficits, water use efficiency, and drought resistance. Agricultural Meteorology, 14:59-84, 1974.

HURD, E.A. Can we breed for drought resistance? In: LARSON, K.L. & EASTIN, J.D. Drought injury and resistance in crops. Madison, Crop Science Society of America, 1974. p. 77-88. (Special Publication, 2)

————. Phenotype and drought tolerance in wheat. Agricultural Meteorology, 14:39-55, 1974.

ILJIM, W.S. Drought resistance in plant physiological processes. Annual Review of Plant Physiology, 8:257-74, 1957.

LAUDE, H.M. Drought influence on physiological processes and subsequent growth. In: LARSON, K.L. & EASTIN, J.D. Drought injury and resistance in crops. Madison, Crop Science of America, 1974. p. 45-56. (Special Publication, 2)

LEVITT, J. Frost, drought, and heat resistance. Annual Review of Plant Physiology, 44:881-5, 1951.

MAGALHÃES. Arnóbio A.; MILLAR, A.A. & CHOUDHURY, E.N. Efeito do deficit fenológico de água sobre a produção do feijão. Turrialba. Prelo.

MILLAR, Augustín A. Respuesta de los cultivos al déficit de agua como información básica para el manejo del riego. Brasília, CODEVASF/FAO/USAID/ABID, 1967. 62 p. Trabalho apresentado no Seminário sobre Manejo de Água, Brasília, maio. 1976.

————. Uso de alguns métodos e resultados de pesquisas de irrigação em programas de pesquisas para as áreas de sequeiro. Petrolina, FAO/PNUD, 1977. 23 p. Projeto BRA/74/008.

SALTER, P. J. & GOODE, J.E. Crop responses to water at different stages of growth. Bucks, Commonwealth Agricultural Bureaux Farnham Royal, 1967. 246 p. (Research Review, 2)

SALAVIK, B., ed. Water stress in plants. Prague, Czechoslovak Academy of Science, 1965. 322 p.

STOCKER, O. Physiological and morphological changes in plants due to water defficiency. In: UNESCO, Paris. Plant-water relationships in arid semi-arid conditions, 1960. v .15, p. 63-104. (Arid Research, 16)

VAADIA, Y.; RANEY, F.C. & HAGAN, R.M. Plant water deficits and physiological processes. Annual Review of Plant Physiology, 12: 265-92, 1961.

VIETS JUNIOR, F.G. Effective drought control for successful dryland agriculture. In: LARSON, K.L. & EASTIN, J.D. Drought injury and resistance in crops. Madison, Crop Science Society of America, 1974. p. 57-76. (Special Publication, 2)

**ABSTRACT.- EFFECT OF DIFFERENT WATER STRESS DAYS DURING REPRODUCTION PHASE ON THE YIELD OF BEANS**

**This work was conducted to study the drought tolerance of beans *(Phaseolus vulgaris L.*, cultivar IPA-74-19) when submitted to different water stress days during the reproduction phase. At the Bebedouro Experimental Station, EMBRAPA, Petrolina-PE, Brazil, an experiment was set up using randomized complete block with 9 treatments and 3 replicates. The treatments consisted of different water stress days starting at the beginning of flowering. In all the treatments, the irrigation was maintained at optimum level before and after the water stress period. At harvest, grain yield, number of pods per plant, and number of grains per pod were obtained. For grain yield, significative difference was found between treatments at 0.01 level. For pods per plant, and grain per pods data, significative differences were found between treatments at 0.05 and 0.01 levels, respectively. Yield reduction of 20 % was observed when the crop was kept 14 days without irrigation. After 17 and 20 days without irrigation yield reductions of 38 and 52 %, respectively, were observed. After 20 days yield reduction remained constant until 29 days of water stress. Using the period of greatest response to water stress, it is possible to obtain the relationship between relative yield and soil matric potential, which is important to define the operational level for irrigation management.**

*Index terms:* **water deficit, drought, water stress, phenological irrigation.**