

ESTABELECIMENTO DO MOMENTO DE IRRIGAÇÃO EM FEIJÃO E ERVILHA BASEADO EM NÍVEIS DE TENSÃO DE ÁGUA EM LATOSSOLO VERMELHO-ESCURO DOS CERRADOS

kazuo Miyazawa¹; Sebastião Francisco Figuerêdo²;
José Roberto Rodrigues Peres³; Lucilene Maria de Andrade⁴

Optimum irrigation points based on soil water tension for dry season pulse crops cultivated on a cerrado latosol

SUMMARY - A field experiment with dry season pulse crops was initiated on a dark-red latosol (oxisol) as one of a series of irrigation studies carried out at CPAC. The test crops consisted of *Phaseolus* bean (*Phaseolus vulgaris* L.) and garden pea (*Pisum sativum* L.). Six treatments of irrigation points based on the soil water tension at a depth of 10 cm were set up as follows: 0.3, 0.5, 0.7, 1, 5 and 10 atm. The volume of irrigation water had been calculated from the value of the tension to a 60 cm depth in each plot in providing enough water for the restoration of the field water capacity. The values of soil water tension were calculated from daily readings of tensiometers (0.3 - 0.7 atm) and electric resistance in gypsum blocks (1 - 10 atm). The experimental treatments were carried out in 4 replications for each crop. The plot for *Phaseolus* bean, 3.5 m x 6 m in size was irrigated with a perforated PVC tube held above the plant canopy. For garden pea, the

¹ Solos, Consultor da EMBRAPA/JICA.

² Eng. - Agrícola, EMBRAPA/Centro de Pesquisa Agropecuária dos Cerrados (CPAC), Caixa Postal 08223, CEP 73301-970 Planaltina, DF.

³ Eng. - Agr., M.Sc., EMBRAPA/CPAC.

⁴ Eng. - Agr., EMBRAPA/CPAC.

plot was 4 m x 4 m in size in the center of a block 16 m x 16 m in size composed of 16 microsprinklers of the Australian type. The experimental field was plowed deeply with the incorporation of maize residues from the rainy season for each dry season. The experimental results in 1988 and 1989 were as follows: The yields of bean (Carioca) were similar and very high up to the 1 atm treatment, amounting to 2.9 t/ha, and then decreased from the 5 to 10 atm treatments. The 1000 grain weight was about 250 g for normal conditions. The total amount of water applied and interval of irrigation were about 470 mm and 7 days for the 1 atm treatment, respectively. As the water uptake by the bean root system did not reach the deep horizon, the supply of water until a 40 cm depth was seemed appropriate for *Phaseolus* bean. As the temperature is the lowest in the early period of the dry season, basal application of a small amount of nitrogen is indispensable to achieve a high yield. The bean yield and the 1000 grain weight without nitrogen application (inoculation only) were 1.9 t/ha and 230 g for the 1 atm treatment (1989), respectively. A steady and high yield of garden pea was obtained, in the 5 atm treatment. Generally the growth of the garden pea plants was very vigorous under irrigation under favorable environmental conditions and the seed weight became lighter in the treatment at a level of humidity above 5 atm. To avoid rank growth, the variety locking leaves in the upper part, Kodama, was planted in 1989. The yield and 1000 seed weight were 3.4 t/ha and 169 g for Kodama in the 5 atm treatment, respectively. In this case, the total amount of water applied and interval of irrigation were about 320 mm and 12 days, respectively. As the root system of garden pea can use water in the deep subsoil, it is necessary to supply water until a 60 cm depth. The inoculation was very effective for garden pea and the amount of nitrogen uptake exceeded 140 kg/ha without nitrogen fertilizer application.

Key words: Cerrado, Oxisol, Irrigation point, *Phaseolus* bean, Garden pea, Soil water tension.

Introdução

A irrigação constitui, para a agricultura dos Cerrados, um meio imprescindível para consolidar a produção agrícola na estação seca, bem como tornar estável a produção agrícola durante a estação chuvosa.

A obtenção de água nos Cerrados é relativamente fácil, uma vez que sua topografia é suave e a quantidade de chuva na estação chuvosa é suficiente para manter os cursos d'água perenes.

A produção agrícola durante a estação chuvosa apresenta vários fatores de instabilidade, tais como o veranico, e o excesso de chuvas na colheita, originadas da distribuição desuniforme das precipitações. Na agricultura irrigada durante a estação seca esses fatores inexistem, e havendo boas condições de solo e de tratos culturais, há possibilidade de obtenção de uma alta produtividade.

De modo especial, algumas espécies como trigo, feijão e ervilha, por apresentarem respostas favoráveis de produtividade, são adequadas para o cultivo irrigado. Por exemplo, no caso do feijão de inverno, observa-se que a produção é mais elevada, registrando uma média de 1800 kg/ha, em contraposição ao feijão sem irrigação, cuja produção média é de 500 a 850 kg/ha, considerada baixa (Azevedo & Caixeta 1986).

Do ponto de vista de manejo de água em sistemas irrigados, um dos aspectos fundamentais é a definição do momento das irrigações, pois a aplicação de água no momento certo é, sem dúvida, um dos fatores mais importantes para o sucesso da agricultura irrigada. Por outro lado, uma programação racional das irrigações, ao longo do ciclo das culturas, exige a adoção de critérios para controle das irrigações dentre os quais destaca-se o de monitoramento de tensões de água no solo em virtude de estreita correlação dessa medida com os resultados de produção.

De acordo com este método é possível estabelecer os momentos das irrigações bem como fazer as medidas da quantidade de água a ser aplicada, calculando-se o déficit hídrico na camada de solo considerada para as irrigações. Segundo Azevedo et al (1981), num solo LE argiloso, a disponibilidade média de água é de 1,3 mm/cm, da qual até 65% pode ser extraída sob uma tensão inferior a 0,7 atm. Considerando um consumo médio de água nas plantas no intervalo de 4 a 6 mm/dia, com a utilização de água até 30 cm, torna-se necessária a aplicação de irrigações em intervalos inferiores a sete ou dez dias.

Nesse método, a definição do momento de irrigação é feita de modo indireto. Por isso mesmo, é necessário medir diretamente o conteúdo de água do solo, a fim de poder iniciar a irrigação no momento adequado. Estabelecer a quantidade mínima de água do solo a partir da qual a irrigação deve ser iniciada é extremamente importante para a racionalização do consumo de água.

O conteúdo de água no solo pode ser estimado por meio da tensão de água no solo, medida através de tensiômetros, quando ela atingir níveis de até 0,8 atm, ou por meio de blocos de gesso para valores superiores a 0,8 atmosferas.

Nesse caso, em termos da planta em estudo e dos estágios de seu desenvolvimento encontra-se na literatura variados valores relativos à profundidade adequada para a medição de tensão de água no solo, visando estabelecer o momento das irrigações.

Avaliar, para os cultivos de feijão e ervilha, durante a estação seca, em Latossolo Vermelho-Escuro argiloso dos Cerrados, os efeitos de várias tensões de água sobre a produção e os componentes de produção, bem como estabelecer os momentos de aplicação de água que permitam o máximo de produção de grãos e de eficiência no aproveitamento da água.

Referência Bibliográfica

Trabalhos de Azevedo, J.A. et al 1983 e Azevedo, J.A. & Caixeta, T.J. 1986 mostram uma revisão de bibliografias, apontando que a produção relativa (%) das plantas cultivadas, em geral, diminui à medida que aumenta a tensão de água no solo. Por exemplo, para a cultura do feijão a produção atinge níveis de 86% da produtividade máxima com tensão em torno de 2 bar e, quando chega a tensões maiores que 4 bar, a diminuição alcança valores próximos a 50%. Azevedo et al (1983) recomenda que o momento de aplicação de água seja de 0,6 atm e sugere que a profundidade de medição da tensão seja de 15 cm para planta nova e 30 cm no caso de planta adulta.

Arruda (1987) recomenda, para a instalação de tensiômetros, a profundidade de 15 cm, em função do sistema radicular do feijão, que mede de 20 a 30 cm. De acordo com um experimento conduzido em Campinas, informa-se que se obteve a produção média mais alta com a quantidade total de água aplicada de 300 mm.

Stone et al (1986), num experimento realizado no CNPAF (s.d.), consideraram que a tensão de água adequada para irrigação do feijoeiro deve estar entre 0,25 a 0,30 atm, quando ela for medida a 15 cm de profundidade, e citam ainda vários exemplos, no exterior, de casos em que se registraram quedas de produtividade quando a tensão de água no momento de irrigação é alta.

Bernardo et al (1970) realizaram um experimento com feijão em vasos com o solo de um terraço antigo, de textura franco-argilosa, e obtiveram índices de produção de 78 a 0,65 atm e de 54 a 0,75 atm, considerando como 100 a produção com a tensão de água a 10 cm igual a 0,50 atm. Informam ainda que os sintomas de deficiência hídrica na planta começaram a surgir a partir da tensão de 0,75 atm.

Magalhães et al (1978) conduziram um experimento em campo com feijão em Petrolina (PE), e apontaram que a deficiência hídrica correspondente à tensão de 0,9 bar a 30 cm, durante 11 dias, na época de floração, não resultou em diferenças estatisticamente significativas, da produção de grãos, mas com a deficiência hídrica superior a esse valor, a produção diminuiu drasticamente.

Frizzone (1987) examinou os efeitos dos volumes de água e da quantidade de nitrogênio aplicados na produção de grãos de feijão e relata que obteve a produção máxima de grãos de 2,4 t/ha com 500 mm de água e 120 kg/ha de N.

Com relação ao momento de aplicação de água na ervilha, existem muitos relatórios do exterior, sendo que no Brasil poucos trabalhos estão relatados. Silva, W.L.C.; Andreoli, C. & Fontes, R.R. (1982) conduziram experimentos com a finalidade de observar o efeito de dois regimes de umidade do solo, níveis de fósforo e potássio sobre o desenvolvimento e produtividade de duas cultivares de ervilha (*Pisum sativum* L.) submetidas a 50 e 75% de água disponível no solo. Concluiu-se que o teor de 50% de água disponível no solo propiciou aumento significativo na produtividade quando comparado com o nível de 75%. Marouelli et al (1989) revisaram os dados existentes e indicam as seguintes tensões para iniciar a irrigação como função de textura do solo: para o período inicial de crescimento, 2 bar (solo argiloso) e 1 bar (solo arenoso); e para os períodos de floração e de amadurecimento, 1 bar (solo argiloso) e 0,5 bar (solo arenoso).

Como se pode observar, de um modo geral, a definição do momento de aplicação de água baseada na tensão de água no solo apresenta ainda muitos pontos obscuros. Sob esse ponto de vista, está sendo conduzida no CPAC uma série de experimentos, com o intuito de estabelecer o momento de aplicação de água para as culturas irrigadas na época seca. Até o presente momento, foram concluídos os experimentos relativos ao trigo. O momento de aplicação de água em trigo é de 0,67 atm a 10 cm de profundidade, com uma produção de grãos de 4,9 t/ha, sem prejuízo no rendimento, possibilitando, com isso, a aplicação de um volume total de água de 596 mm (Guerra, A.F. & Silva, E.M. da, 1987).

No que se refere ao estabelecimento do momento de aplicação de água em feijão e ervilha, os experimentos ainda estão em fase de execução, mas resultados parciais já foram obtidos e, em decorrência do término de permanência no Brasil do consultor Dr. MIYAZAWA, um dos autores do presente relatório, publica-se este trabalho. Ainda que seja um relato parcial, espera-se servir de referência aos estudiosos do ramo.

Hipóteses

Na condução de experimentos para estabelecer o momento de irrigação relativos à cultura irrigada na época seca, é preciso, em primeiro lugar, saber em que profundidade se fará a medição da tensão de água no solo. Deve-se instalar o tensiômetro em camada onde se encontra o maior volume de raízes, portanto na camada Ap, mas mesmo dentro da camada Ap, a distribuição de água varia. Azevedo et al (EMBRAPA/CPAC, 1981) apontaram que, em todos os solos experimentados, a condutividade hidráulica (cm/h) diminuiu rapidamente com a diminuição do conteúdo de água. Sendo assim, à medida que as raízes absorvem a água, a condutividade hidráulica se reduz mais drasticamente na camada superficial e a distribuição de água na camada Ap torna-se variável. Portanto, a medição da tensão de água para fins de estabelecimento do momento de irrigação terá de ser feita num local da camada Ap, onde esteja concentrado o volume maior de raízes. A julgar pelos estudos feitos sobre a distribuição das raízes, presume-se que as raízes sejam mais abundantes nos locais mais próximos da superfície durante todo o ciclo da planta, assim como a evapotranspiração de água também seja mais intensa na camada superficial.

Sendo assim, pode-se estabelecer as seguintes hipóteses:

- 1) O crescimento e a produção das culturas de ervilha e feijão irrigadas durante a estação seca responde bem às variações da tensão de água no solo;
- 2) As variações da tensão de água no solo são maiores nas camadas próximas à superfície durante todo o período de crescimento da planta, de modo que, para se medir a tensão de água no solo a fim de estabelecer o momento de irrigação, a profundidade de medição deveria ser de 10 cm;
- 3) Uma vez que o sistema radicular da planta absorve água até 60 cm de profundidade no caso da ervilha e 40 cm para o feijão, a quantidade de água a ser aplicada deve levar em consideração a variação do conteúdo de água do solo até essas profundidades;
- 4) As plantas experimentadas podem aproveitar a água do solo até 1 atm de tensão sem afetar significativamente a produção.

Material e Métodos

O experimento foi conduzido no Centro de Pesquisa Agropecuária dos Cerrados (CPAC), em Latossolo Vermelho-Escuro, de textura argilosa. O experimento de campo com a ervilha foi realizado numa área de cerca de 1 ha, com 5 anos de uso desde a abertura. É pequeno o acúmulo de nutrientes nesta área e existe pouca compactação por tratores. O campo experimental de feijão tem 10 anos de uso desde a abertura, de modo que o acúmulo de nutrientes é grande, e existe compactação por tratores na camada próxima à superfície.

Os efeitos da tensão de água no solo sobre feijão e ervilha no momento das irrigações foram avaliados nos 6 níveis, de 0,33; 0,5; 0,7; 1,0; 5 e 10 atm, utilizando-se o delineamento experimental de blocos casualizados com 4 (quatro) repetições.

Tensiômetros e blocos de gesso foram instalados nos locais nas profundidades de 10, 20, 30, 40, 50, 60, 80 e 100 cm. A tensão de água no solo, na profundidade de 10 cm foi usada para indicar o momento das irrigações.

A quantidade de água aplicada em cada irrigação foi calculada considerando-se a variação de umidade no solo até a profundidade de 60 cm para a cultura da ervilha e de 40 cm para a cultura de feijão.

Para o feijão, as irrigações foram feitas através de mangueiras conectadas a tubos de PVC perfurados, simulando-se uma chuva, em parcelas de 21 metros quadrados (6 x 3,5 m). A quantidade de água aplicada foi medida por meio de hidrômetro, com precisão de 1 (um) litro.

Para ervilha, as irrigações foram feitas através de micro-aspersão com aspersores do tipo australiano espaçados de 4 m x 4 m. A área irrigada em cada tratamento foi de 16 m x 16 m, utilizando-se tubos de PVC rígido. A medição das tensões de água no solo, a amostragem das plantas e avaliação da produção foram realizadas na área de 4 m x 4 m, considerada como parcela útil. A quantidade de água aplicada foi estabelecida a partir do déficit hídrico calculado das leituras dos tensiômetros até 60 cm de profundidade, procurando elevar a umidade de cada intervalo de profundidade à capacidade de campo. Com a taxa de aplicação determinada previamente estabelecia-se o tempo de aplicação de água para a lâmina calculada.

1) Preparo da Área Experimental

Em janeiro de 1988, o local onde se instalou o experimento de feijão era área descoberta, enquanto que a área destinada para a ervilha havia sido plantada com milho. Como se pode ver na Tabela 1, ambas as áreas experimentais apresentavam uma densidade global extremamente alta, podendo reconhecer, claramente, uma camada compactada com pouca capacidade de aeração. Medindo-se a permeabilidade saturada da amostra colhida em anéis de 100 cm³, nota-se que ela diminui acentuadamente quando a densidade global ultrapassa 1,2 g/cm³ (Figura 1).

TABELA 1 - Densidade real e global e distribuição das fases líquida, sólida e gasosa em 3 profundidades do solo (LE) na área experimental. - Campo experimental de irrigação, CPAC - Data: 13, 21/01/88.

Cultura	Camada de solo	Profundidade cm	Densidade g/cm ³		Fases atuais %		
			Real	Global	Sólido	Líquido	Gasoso
Feijão	Ap	0-16	2.69	1.07	39.8	32.5	27.7
	A	16-33	2.68	1.30	48.5	36.5	15.0
	B	33-	2.78	1.11	39.8	32.0	28.2
Ervilha	Ap	0-16	2.78	1.30	47.4	25.6	27.0
	A	16-33	2.73	1.25	46.0	31.3	22.7
	B	33-	2.78	1.18	42.4	27.8	29.8

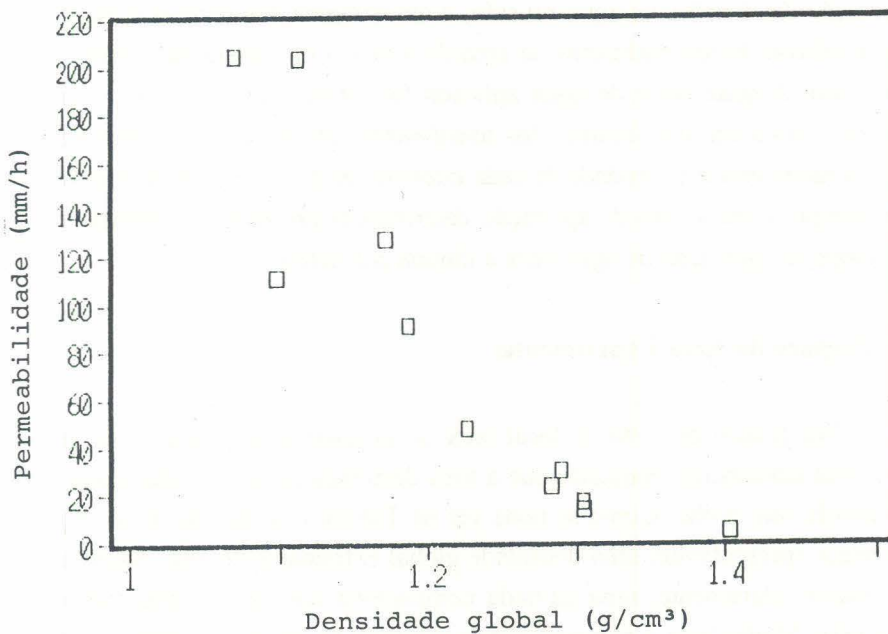


FIG. 1 - Densidade global e permeabilidade do solo do campo experimental de irrigação, CPAC.

A fim de eliminar essa camada compactada, no caso do campo de ervilha, fez-se uma aração profunda de 30 cm com arado de aiveca, incorporando ao mesmo tempo os restos culturais do milho. Por outro lado, com relação ao campo de feijão, uma vez que ele estava descoberto, realizou-se uma subsolagem com escarificador, numa profundidade de 50 cm. A Figura 2 apresenta os valores de resistência à penetração conforme a profundidade, de cada um dos experimentos, obtidos em 1988 e na época imediatamente após o início dos experimentos em 1989. Os efeitos da aração profunda de 30 cm, que inclui a incorporação dos restos culturais de milho, são extremamente positivos, enquanto que no campo de ervilha a camada compactada desapareceu. Por outro lado, os efeitos da subsolagem por escarificador feito no campo de feijão não são relevantes, de modo que em 1988 ainda continuava a haver uma camada com alta resistência à penetração nas profundidades de 20 a 30 cm. Por conseguinte, na estação chuvosa de 1988/89, cultivou-se o milho na área do feijão e da ervilha e seus restos culturais foram incorporados com arado de aiveca na profundidade de 30 cm, antes da instalação do experimento. Como se pode observar, em 1989 não há mais camada compactada até a profundidade de 40 cm (Figura 2).

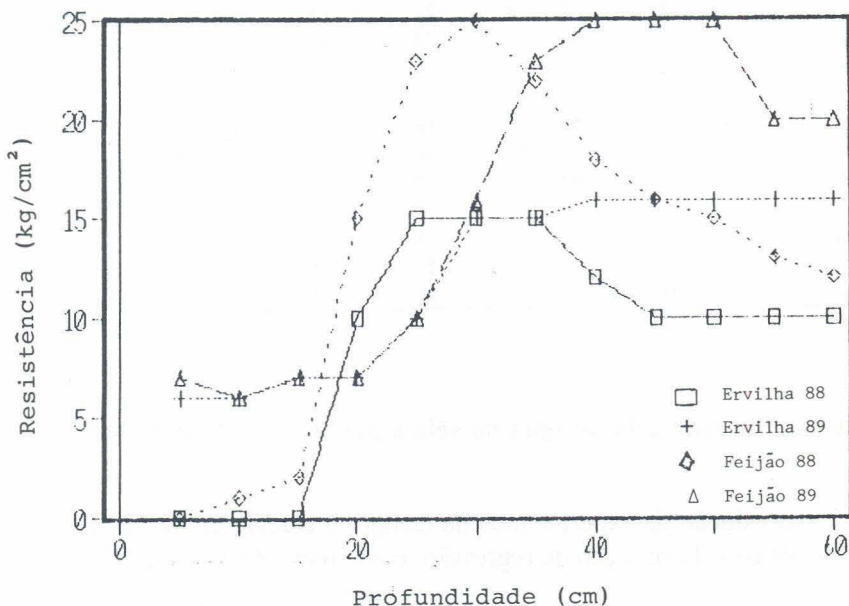


FIG. 2 - Resistência à penetração em diferentes profundidades do solo do campo experimental do CPAC.

Em 1989, fez-se a análise granulométrica e da densidade global das amostras coletadas após a colheita de feijão e ervilha (Tabela 2). Segundo a Tabela 2, as condições físicas do solo melhoraram com o tratamento anual de aração, não havendo camadas especificamente compactadas, com a densidade global de 1,10 g/cm³ na profundidade até 30 cm abaixo da superfície, e 1,15 g/cm³ a partir de 40 cm. No caso do feijoeiro, no entanto, referindo-se apenas ao ano de 1989, a densidade global é em torno de 1,15 g/cm³, mesmo a 30 cm da superfície.

TABELA 2 - Análises físicas do solo, após colheita de feijão e ervilha 89, CPAC. - Data: 27/09/89.

Cultura tratamento bloco	Profundidade (cm)	Argila	Silte	Areia fina	Areia grossa	Classificação textural	Densidade global (g/cm ³)
Feijão	0-15	51	8	27	14	argiloso	1.11
0.5 atm	15-30	49	9	29	13	argiloso	1.12
4 bloco	30-45	50	9	30	11	argiloso	1.11
Feijão	0-15	51	8	27	14	argiloso	1.10
10 atm	15-30	50	9	28	13	argiloso	1.10
2 bloco	30-45	52	9	27	12	argiloso	1.15
Ervilha	0-15	52	7	28	13	argiloso	1.08
1 atm	15-30	50	10	26	14	argiloso	1.09
1 bloco	30-45	52	9	27	12	argiloso	1.17
Ervilha	0-15	56	10	21	13	argiloso	1.12
5 atm	15-30	57	10	20	13	argiloso	1.12
4 bloco	30-45	57	10	21	12	argiloso	1.19

2) Cálculo do conteúdo de água no solo a partir de leituras de tensão

Na condução de experimentos de campo, o cálculo da umidade do solo foi feito através da equação de regressão, como tem sido feito no CPAC.

$$\theta = 26,509 - 3,479 \ln \psi \dots\dots\dots (1)$$

$$\theta = 28,718 - 0,667 \ln \omega \dots\dots\dots (2)$$

onde:

θ é o conteúdo de água do solo (% em volume);

ψ é o potencial matricial da água no solo calculado através da leitura de tensiômetro (atm); e

ω é a resistência elétrica do bloco de gesso (K-ohm).

A Figura 3 mostra a relação entre o conteúdo e a tensão de água no solo medida através de uma centrífuga, referente às amostras colhidas em cada camada dos experimentos de ervilha e feijão, em anéis volumétricos de 100 cm³, antes da instalação do experimento em 1988. O método de medição seguiu aquele preconizado por Freitas Junior et al (1987). Como já foi visto, os valores da densidade global diferem nos experimentos de feijão e ervilha, sendo que o de feijão mostra, em todas as camadas, uma distribuição semelhante aos valores médios de ervilha medidos em camadas inferiores a 40 cm. No presente momento, ao se procurar a equação de regressão a partir dos valores em profundidades maiores que 40 cm no campo de ervilha, obtém-se:

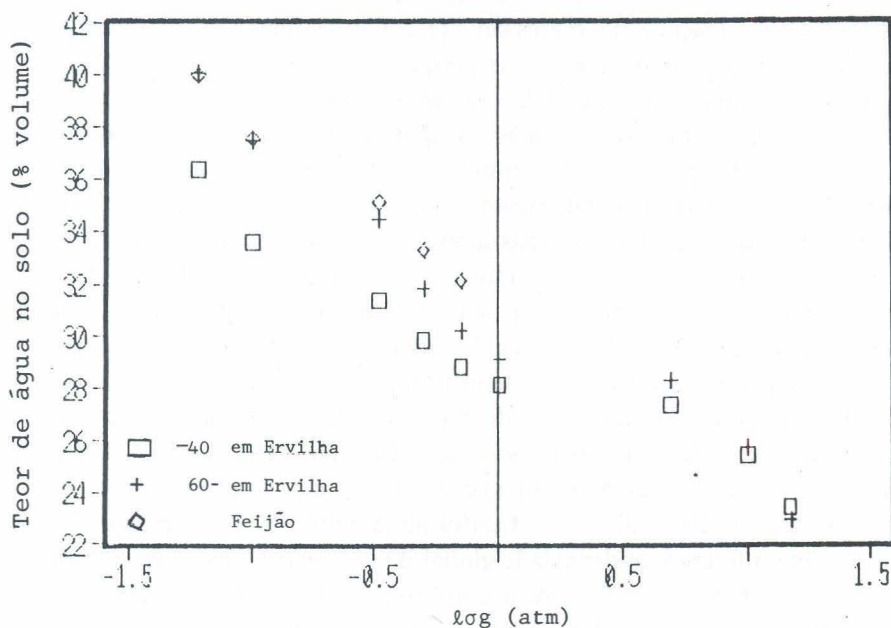


FIG. 3 - Relação entre teor e tensão de água no solo determinado pelo método da centrífuga.

$$\theta = 27,9 - 6,6 \log \psi \dots\dots\dots (3)$$

$$\theta = 28,6 - 3,6 \log \psi \dots\dots\dots (4)$$

equações essas que relacionam o conteúdo volumétrico de água no solo (%) correspondentes à tensão de água no solo inferior a 1 atm, equação (3) e à tensão acima de 1 atm, equação (4). Ao transformar as equações anteriores (1) e (2) em logaritmos naturais e fazer uma estimativa de atm baseada em K-ohm, obtém-se:

$$\theta = 26,509 - 8,0 \log \psi \dots\dots\dots (1)'$$

$$\theta = 28,718 - 3,1 \log \psi \dots\dots\dots (2)'$$

que se assemelham muito às equações (3) e (4).

Para o cálculo do conteúdo de água do solo nos experimentos, foram utilizadas as equações de regressão (1) e (2), obtidas no laboratório, ao mesmo tempo que se procederam as pesquisas de campo sobre a relação entre a tensão e conteúdo de água do solo, através de medidas numa área de 4m x 4m, onde, após uma boa irrigação, pesquisou-se a relação entre a tensão de água e o teor de água do solo, durante o processo de secamento dessa área. Além disso, quando cada tratamento em campo alcançou o momento necessário de irrigação, foram coletadas amostras de cada camada, medindo-se o teor de água do solo, a fim de examinar a sua relação com a tensão de água no solo. Para coleta de amostras do solo, foi utilizado um trado de 105 cm de comprimento, com anéis de 5 cm de diâmetro e 5 cm de altura.

A relação entre a tensão e o teor de água do solo não é a relação com o conteúdo de água (% peso) retirado do solo amostrado, mas sim a relação com a água existente na parte onde se mediu concretamente a tensão, de modo que o conteúdo de água do solo é corretamente indicado em relação a volume nessa determinada parte. Conforme anteriormente comentado, observou-se uma diferença de densidade global do solo entre a camada superficial e a inferior, mas a relação com a tensão de água foi obtida independentemente da diferença de densidade entre as camadas superficial e a inferior, calculando o teor de água (% volume) a partir do conteúdo de água (% peso) medido na amostra.

As Figuras 4 e 5 mostram, respectivamente, a relação entre tensão e teor de água no solo (% volume) e entre resistência elétrica (K-ohm) e o teor de água (% volume) nos experimentos. Os pontos nas figuras representam as médias dos valores relativos às tensões idênticas. A partir desses valores pode-se obter as seguintes equações de regressão:

$$\theta = 25,06 - 5,52 \log \psi \dots\dots\dots(5)$$

$$\theta = 30,76 - 4,1 \log \omega \dots\dots\dots(6)$$

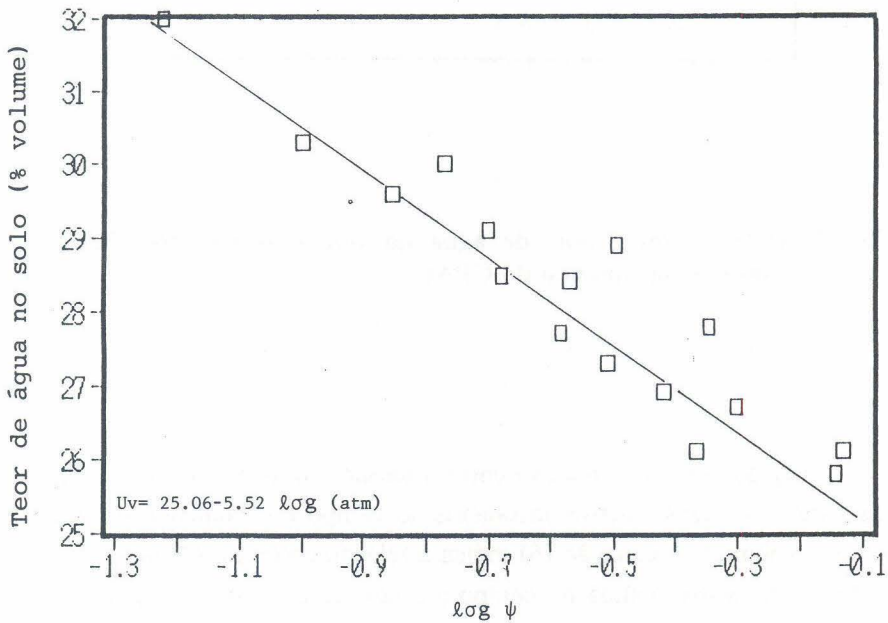


FIG. 4 - Relação entre teor e tensão de água no solo, determinado em condições de campo, (LE argiloso)/CPAC.

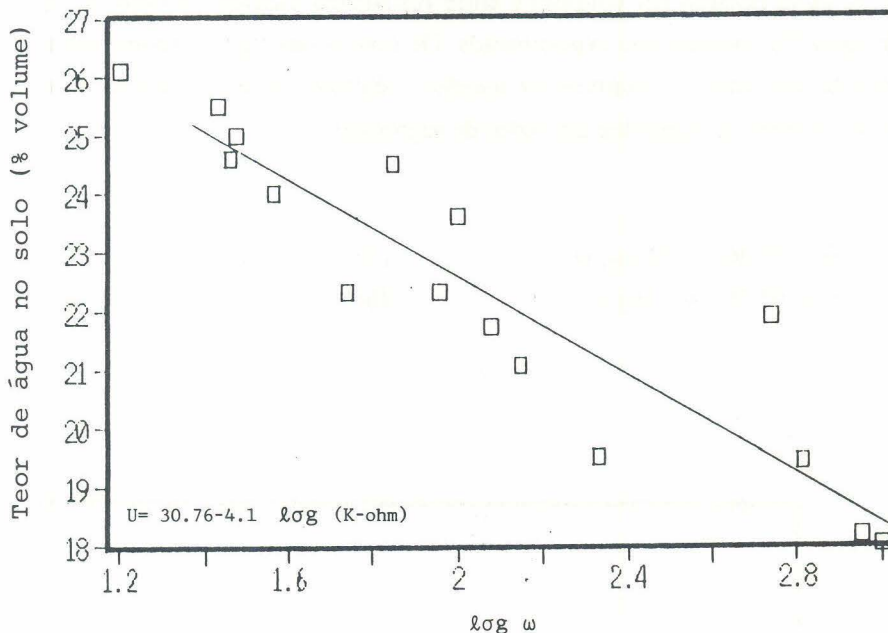


FIG. 5 - Relação entre teor de água no solo e resistência elétrica no campo experimental do CPAC.

A equação (5) é a relação entre a tensão em atm calculada com base nas leituras de tensiômetros instalados no campo e o conteúdo de água do solo (% volume). A equação (6) indica a relação entre a resistência (K-ohm) do bloco de gesso medida no campo e o teor de água do solo (% volume). Supondo-se que a resistência elétrica de 1 atm seja de 10 K-ohm, pode-se fazer a estimativa da relação entre a tensão de água, superior a 1 atm e o teor de água do solo, da seguinte maneira:

$$\theta = 26,7 - 8,2 \log \psi \dots\dots\dots(7)$$

onde:

θ = conteúdo de água do solo (% volume)

ψ = potencial matricial para valores maiores que 1 atm

Utilizando-se as equações (5) e (7) para obter a curva da relação entre a tensão e o teor de água no solo obtém-se a linha cheia que se vê na Figura 6. A linha pontilhada da mesma Figura 6 foi obtida no laboratório, por meio da equação de regressão de laboratório.

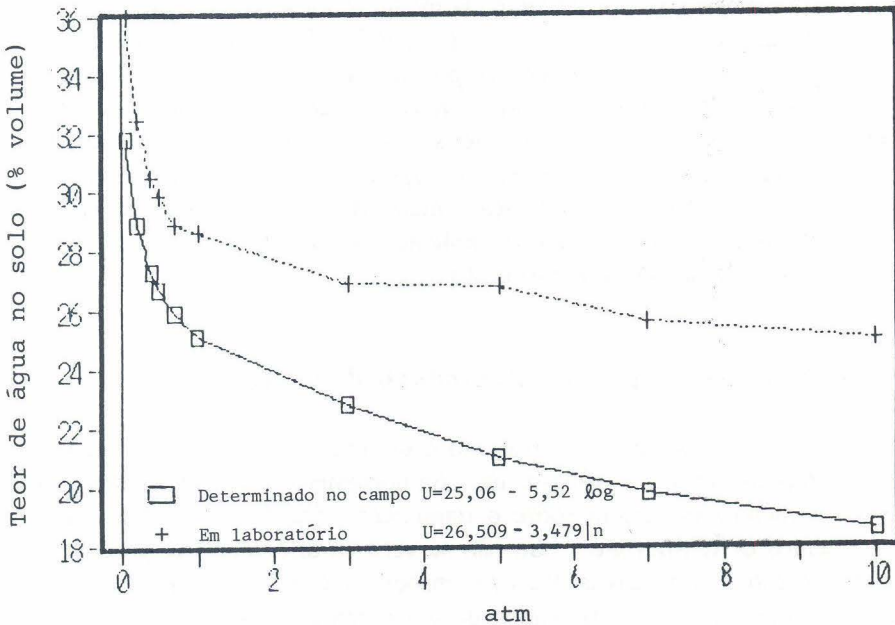


FIG. 6 - Curva de retenção de água do solo no campo experimental de irrigação, determinada no campo e laboratório. CPAC.

Nota-se que existem diferenças apreciáveis de conteúdo de água do solo, em relação à tensão entre as curvas de laboratório e de campo, sendo que essas diferenças são maiores a altas tensões. Não há problema em utilizar ambas as curvas para o cálculo da lâmina de irrigação uma vez que os cálculos das quantidades de água a serem aplicadas são equivalentes e que o importante é o estabelecimento do momento de irrigação.

Feijão: Safra de 88 e 89

Segundo Doorenbos et al (1979), o feijão tem um ciclo de 90 a 100 dias, com um requerimento hídrico de 300 a 500 mm. Para o experimento, utilizou-se a variedade Carioca. Segundo Sartorato et al (1982), a variedade Carioca é do tipo comum, com o ciclo de 90 a 100 dias. Em termos reais, o ciclo em 1988 foi de 98 dias e em 1989 foi de 103 dias. A densidade de plantio foi de 200.000 plantas/ha, em sulcos espaçados em 0,5 m, com 10 plantas por metro linear. Cada parcela mediu 3,5m x 6m = 21m². Aplicou-se em 1988, antes da semeadura, 130 kg de P₂O₅ (Termofosfato de Yoorin) e 108 kg de K₂O (Clorato de Potássio) por hectare e, em 1989, 100 kg de P₂O₅ (Termofosfato de Yoorin) e 100 kg de K₂O (Clorato de Potássio) por hectare. Quanto ao N, em 1988 foram aplicados, respectivamente, na época de floração e formação de grãos, 20 kg/ha e 40 kg/ha de N, sob a forma de uréia.

Em 1989 não houve aplicação inicial de N, para poder observar os efeitos da inoculação, tendo havido aplicação de 40 kg/ha de N sob a forma de uréia, apenas na época de formação de grãos.

1) Rendimento e componentes de produção de Feijão

A Tabela 3 apresenta os resultados de rendimento e seus componentes. Em ambas as safras, verifica-se um comportamento semelhante dos efeitos dos tratamentos de tensão sobre o rendimento. Os dados revelam que nos tratamentos de tensões até 1 atm não se verifica diferenças na produção estatisticamente significativas. Para as tensões maiores que 1 atm, iguais a 5 e 10 atm registra-se produtividades de aproximadamente 25% menores que nos tratamentos mais úmidos para os dados de 1988. Em 1989 a queda de produtividade devido a aplicação de maiores tensões (5 e 10 atm) chega a 30 a 40%.

TABELA 3 - Rendimento e componentes de produção de feijão (variedade Carioca) como função de diferentes tensões de água no solo aplicadas durante todo o ciclo, em 2 anos agrícolas, CPAC.

Ano safra	Tratamento atm	Rendimento de grãos kg/ha	Peso de palha	Altura da planta cm	Número de vagens por planta	Número de grãos por vagem	Peso de 100 grãos g
88	0.33	2946 a	2206	44.6	9.4	5.8	24.9
	0.5	2973 a	2375	41.7	11.0	5.7	24.4
	0.7	2776 a	1970	49.9	9.5	5.5	24.1
	1.0	2866 a	2250	47.0	11.2	5.5	24.5
	5.0	2171 b	1466	35.3	8.3	5.5	24.8
	10.0	2152 b	1440	38.4	7.4	5.4	25.1
89	0.33	1839 a	1761	49.4	7.3	5.3	24.0
	0.5	1738 a	1784	44.9	8.3	5.4	21.9
	0.7	1940 a	1813	44.7	8.4	5.0	22.5
	1.0	1919 a	1853	43.7	8.0	5.0	23.0
	5.0	1105 b	1195	36.1	6.9	4.5	19.9
	10.0	1310 b	1477	36.5	6.7	4.8	21.9
* Ano de safra:				88	89		
CV (%):				9.2	16.3		
F				9.98**	6.83**		
DMS			0.05:	365	409		
(kg/ha)			0.01:	505	570		

Médias seguidas de mesma letra não diferem estatisticamente entre si a 5% de probabilidade.

Dos componentes de produção, o número de vagens por planta foi o mais afetado pelos maiores valores de tensão. A altura de plantas dos tratamentos mais úmidos foi reduzida em média 20% quando se aplicaram tensões maiores, iguais a 5 e 10 atm.

Nota-se, de um modo geral, que a produção de 1988 é superior em 61% à de 1989. Pode-se explicar essa nítida diferença, comparando-se os valores dos componentes de produção, como número de vagens por planta e peso de 100 grãos, que foram maiores em 1988.

2) Concentração de nutrientes

A análise do conteúdo de nutrientes da folha no início da floração revela que o seu conteúdo em 1988 é menor, em comparação com o de 1989. É provável que isso decorra do crescimento inicial intenso observado em 1988,

razão pela qual houve diminuição na concentração de nutrientes da folha (Tabela 4).

TABELA 4 - Conteúdo de macro nutrientes na folha de feijão no início da floração. Feijão, safra 88 e 89, CPAC - Data amostragem: 20/07/88, 18/07/89.

Ano de safra	Tratamento atm	% de matéria seca				
		N	P	K	Ca	Mg
88	0.33	2.44	0.18	1.49	2.91	0.33
	0.5	2.71	0.19	1.41	2.58	0.30
	0.7	2.32	0.17	1.30	2.68	0.31
	1.0	2.43	0.18	1.29	2.51	0.33
	5.0	2.67	0.18	1.56	2.43	0.29
	10.0	2.32	0.17	1.41	2.20	0.24
89	0.33	2.98	0.25	1.53	3.18	0.47
	0.5	2.92	0.25	1.42	3.04	0.43
	0.7	2.91	0.26	1.53	3.18	0.43
	1.0	3.06	0.26	1.54	3.28	0.46
	5.0	3.07	0.27	1.53	3.46	0.44
	10.0	2.93	0.25	1.45	3.00	0.39

Os tratamentos de tensão de água no solo não afetaram os níveis de nutrientes nas folhas.

Ao comparar as quantidades de nutrientes absorvidos no tratamento de 1 atm, nota-se que a absorção de N e de K_2O é bem maior em 88 do que em 89 (Tabela 5).

TABELA 5 - Quantidade de nutrientes no grão e palha do feijão no tratamento de 1 atmosfera, CPAC.

Ano de safra	Parte da planta	N	P_2O_5	K_2O	CaO	MgO
88	Grão	72.9	20.9	44.2	10.5	10.3
	Palha	15.2	2.7	49.2	59.1	13.8
	Total	88.1	23.5	93.4	69.6	24.1
89	Grão	62.1	18.5	32.8	7.0	6.9
	Palha	15.9	3.9	26.6	54.0	11.9
	Total	78.0	22.3	59.4	61.0	18.7

A Tabela 6 apresenta as variações de conteúdos dos nutrientes do solo, antes de iniciar o experimento, e após a colheita de feijão em 89. A camada Ap é rica em matéria orgânica e cátions trocáveis quanto o conteúdo de P são altos, levando-se em consideração os níveis encontrados nos solos dos Cerrados (Goedert et al 1986; Souza, D.M.G. de, et al 1986; Vilela et al 1986). Após a colheita, os conteúdos de Mg, K e P são altos até 30 cm de profundidade, ao passo que os conteúdos de matéria orgânica e de Ca para o tratamento de 10 atm estão relativamente baixos. Isso decorre da aração profunda feita com o arado de aiveca e da não aplicação de calcário por dois anos, de modo que no futuro se recomenda que se plante milho na época das chuvas, para posterior incorporação de seus restos culturais, e que haja aplicações regulares de calcário. Isso, no entanto, não pode constituir a causa primordial da baixa produtividade de 89, em comparação com a de 88.

TABELA 6 - Conteúdo de nutrientes do solo antes do plantio e após a colheita de feijão, 89 - Data amostragem: 22/01/88, 13/09/89.

Tratamento - bloco - camada	Profundidade cm	Matéria orgânica %	pH H ₂ O	Cations trocáveis				P Mehlich ppm
				Ca*	Mg*	K**	Al	
.....meg/100 ml.....								
Antes do plantio								
Ap	0-16	2.71	5.5	3.98	0.48	0.23	0.00	18.4
A	16-33	2.07	5.7	3.60	0.50	0.15	0.00	3.5
B	33	1.63	5.7	1.80	0.50	0.05	0.06	0.7
Após colheita								
0.5-4-1	0-15	2.21	5.6	3.12	0.56	0.21	0.10	27.7
0.5-4-2	15-30	2.21	5.5	3.12	0.66	0.32	0.06	33.0
0.5-4-3	30-	1.91	5.5	2.31	0.38	0.16	0.06	3.9
10-2-1	0-15	1.86	5.4	2.41	0.51	0.19	0.18	14.4
10-2-2	15-30	1.86	5.0	2.48	0.54	0.17	0.25	14.1
10-2-3	30-	1.57	5.6	2.78	0.48	0.26	0.12	21.8

* EDTA para solo antes do plantio e absorção atômica após colheita

** Mehlich

A Tabela 7 apresenta as médias mensais de parâmetros meteorológicos da época seca de 88 e 89. Não se pode observar tampouco nessa tabela, se as condições meteorológicas de 89 foram pior que as de 1988.

TABELA 7 - Médias mensais dos dados meteorológicos nos meses de 88 e 89, CPAC. - Lat.: 15°35'30", Long.: 47°42'30", Alt.: 1007m.

Ano e mês	Temperatura do ar °C	Umid. relativa %	Precipitação pluviométrica* mm	Evap. classe "A" mm/dia	Radiação solar cal/cm ² /dia	Temperatura do solo °C				
						2	5	10	20	
cm										
1988										
5	21.4	70	7.8	4.96	330	22.9	22.4	22.4	23.4	
6	19.0	64	0.0	5.47	323	19.6	19.5	19.6	20.8	
7	18.5	55	0.0	6.79	349	19.5	19.3	19.3	20.4	
8	20.1	49	0.0	8.40	477	21.7	21.1	21.0	22.2	
9	22.9	49	1.5	9.45	502	26.0	25.1	24.6	25.8	
1989										
5	20.9	63	0.0	5.86	457	22.1	21.5	21.3	22.4	
6	20.7	64	11.7	5.13	417	21.6	20.8	20.6	21.7	
7	19.8	58	8.3	6.84	472	19.7	19.4	19.6	21.0	
8	21.7	60	36.1	6.38	440	21.5	21.1	21.2	22.4	
9	23.5	59	59.2	6.89	451	21.7	22.9	22.8	24.0	

* Total

Na safra 89, a aplicação de N Starter foi omitida, com o intuito de averiguar os efeitos da inoculação. A safra 88 não apresentou boa formação de nódulos, enquanto que em 1989 a nodulação foi extremamente boa, uma vez que nesse ano foi feita uma aração profunda, o que melhorou a permeabilidade que, por sua vez, manteve as condições aeróbicas da camada superficial do solo. Apesar disso, no entanto, o rendimento de grãos foi relativamente baixo, provavelmente por causa do atraso no crescimento inicial, devido à omissão do N Starter.

3) Quantidade de água aplicada no feijão e movimento de água do solo após irrigação

A Tabela 8 apresenta a quantidade de água aplicada nas safras de 88 e 89. A quantidade de água aplicada a 1 atm durante todo o ciclo é de aproximadamente 450 mm e quando essa quantidade é inferior a 400 mm, observa-se uma queda de produção. Para o mesmo tratamento de 1 atm, o intervalo de irrigação para a safra de 88 foi de seis a sete dias durante todo o período de crescimento. Para a safra de 89, no mês de julho, que é a época de maior crescimento, o intervalo é de sete a oito dias, e em agosto, época de amadurecimento, a irrigação é feita em intervalos de dez dias. Supõe-se que essa

diferença de intervalos surgiu em função da camada de solo que ficou fina, porque na safra de 88 não houve aração profunda, tendo utilizado apenas o escarificador, o que possivelmente tornou mais curto o intervalo de irrigação (Tabela 8).

TABELA 8 - Quantidade de água aplicada (mm) e intervalo médio de irrigação (dias) - Feijão, safra 88, 89, CPAC - Variedade: carioca - Ciclo vegetativo: 98 dias(88), 103 dias(89).

Safr	Parâmetros	Tratamentos (atm)						
		0.33	0.5	0.7	1	5	10	
88	Água total (mm)	623	571	561	466	361	324	
	Intervalo de irrigação	julho	3-4	4-5	5-6	6-7	10	14
	(dias)	agosto	4	4	5	6-7	10	14
89	Água total (mm)	574	526	446	487	319	329	
	Intervalo de irrigação	julho	4	5	6-7	7-8	14	14
	(dias)	agosto	4-5	5-6	6-7	10	14	14

A Figura 7 apresenta as mudanças do conteúdo de água no solo em função do tempo e da profundidade, no tratamento de 1 atm, no período de floração, entre 19 de julho e 24 de julho de 1988. Após a irrigação feita no dia 18 de julho, o teor de água do solo diminui gradativamente. Depois de seis dias atinge um valor próximo de 25%, que corresponde a 1 atm na camada de 10 cm. A água de irrigação quase não infiltrou mais do que 30 cm de profundidade, enquanto o sistema radicular do feijão absorve a água principalmente na camada até 20 cm.

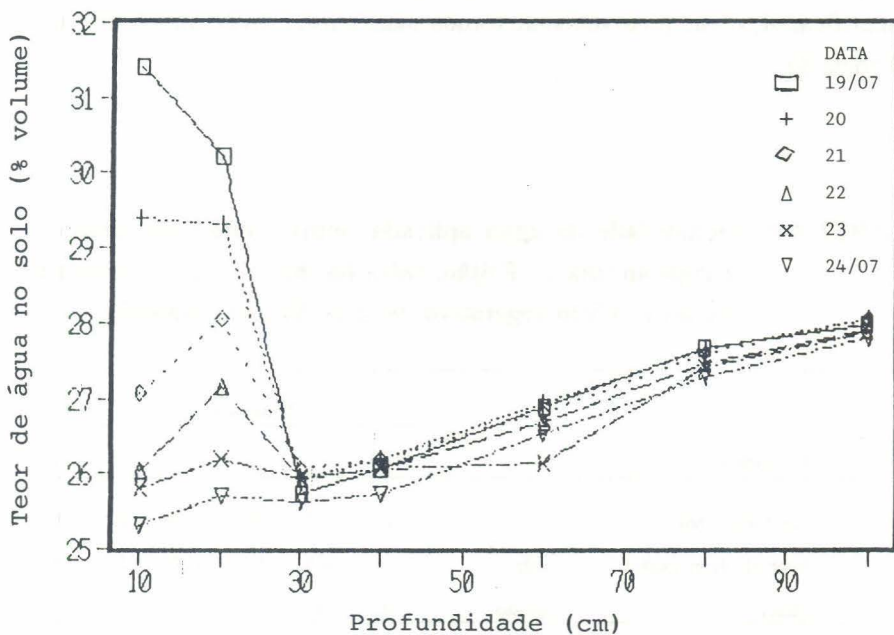


FIG. 7 - Variação de teor de água no solo em função do tempo após irrigação no tratamento de 1 atm. Julho, feijão 88, CPAC.

A Figura 7.1 apresenta as mudanças no teor de água do solo, no tratamento a 1 atm, no período de floração em 1989, entre 17 de julho e 24 de julho. A água aplicada alcança a camada de 30 cm de profundidade, mas não infiltra mais do que 40 cm, indicando que nesse solo ainda existe uma camada compactada. O sistema radicular absorve a água na camada de até 30 cm de profundidade, de modo que no dia 23 de julho a água diminui até 23%, que corresponde a 3 atm, a 10 cm de profundidade, enquanto que na camada de 20 cm ainda se mantém 26% de água, correspondente a 0,7 atm.

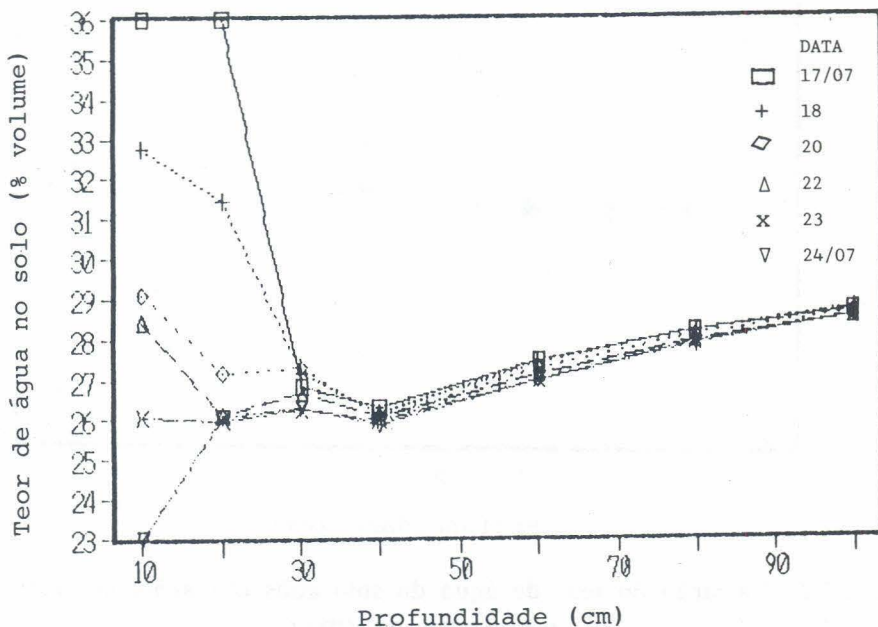


FIG 7.1 - Variação do teor de água no solo após irrigação, no tratamento de 1 atm. Julho, feijão 89, CPAC.

A Figura 7.2 apresenta as variações do teor de água no tratamento de 5 atm, na época da floração entre 8 e 19 de julho de 1989. Nesse tratamento, uma vez que o conteúdo de água diminui na profundidade de 20 cm, a permeabilidade decresce, e a água aplicada não alcança mais que 20 cm. No dia 19 de julho a umidade chega a 22%, que corresponde a 5 atm, a 10 cm de profundidade, enquanto que a camada de 20 cm está mais úmida, alcançando o conteúdo de água que corresponde a 1 atm.

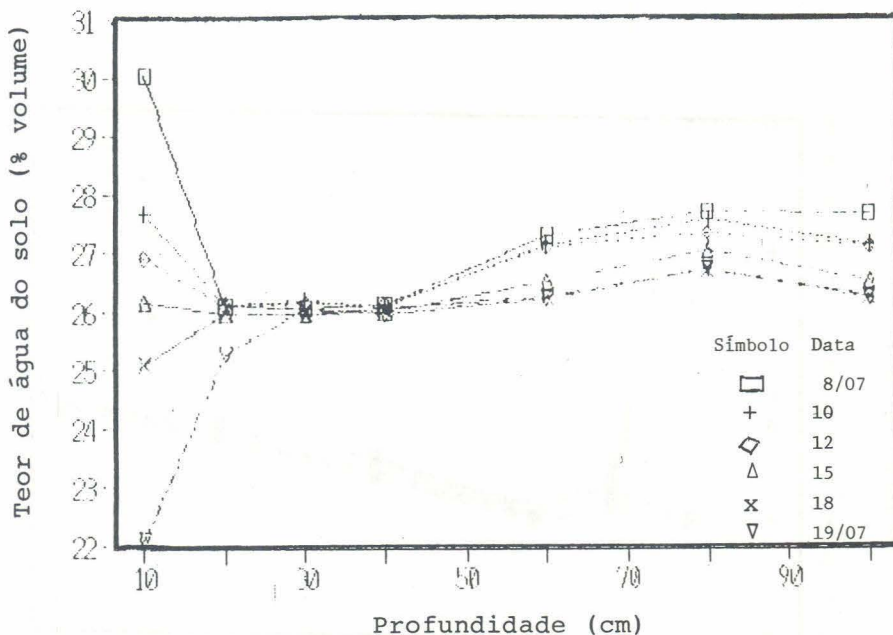


FIG. 7.2 - Variação do teor de água do solo após irrigação, no tratamento de 5 atm. Julho, feijão 89, CPAC.

Reunindo todos esses dados, pode-se observar que o sistema radicular do feijão absorve a umidade principalmente na profundidade entre 20 e 30 cm e que a mudança do teor de água é mais acentuada na camada de 10 cm, donde se pode concluir que o local ideal para a medição de tensão de água no solo para o estabelecimento do momento de irrigação é nessa camada de 10 cm de profundidade, onde de um modo geral, a tensão de água no solo, atinge 1 atm um dia após o tensiômetro instalado a 10 cm marcar 0,7 atm, de modo que a aplicação de água pode ser iniciada um dia após o tensiômetro parar de marcar variação.

Ervilha: Safras de 87, 88 e 89

Segundo Doorenbos et al (1979), a ervilha, para efeito de colheita de grãos, tem um ciclo normal de crescimento de 85 a 120 dias, cuja necessidade hídrica é de 350 a 500 mm.

O experimento para a determinação do momento de irrigação da ervilha foi iniciado em 1987, em campo com parcelas de 3m x 6m, com irrigação por meio de tubos perfurados. Nos anos seguintes, 88 e 89, o experimento foi conduzido com micro-aspersão conforme metodologia original.

Foi escolhida a variedade Triofin para os anos 87 e 88, e em 89 foi utilizada a variedade Flávia.

As sementes, após serem inoculadas, foram plantadas através de semeadora manual, com espaçamento de 0,2 m.

A área experimental, por ter poucos anos de uso, tinha pouco acúmulo de fosfatos, de modo que foram aplicados a lanço no ano agrícola de 1988, 200 kg/ha de P_2O_5 , 108 kg/ha de K_2O , bem como 110 kg/ha de MgO, respectivamente sob a forma de Superfosfato, Cloreto de Potássio e Termofosfato de Yoorin. Após a incorporação com grade niveladora procedeu-se a abertura dos sulcos. No ano seguinte, aplicou-se as quantidades de 100 kg/ha de P_2O_5 , 100 kg/ha de K_2O e 45 kg/ha de MgO, sob a mesma forma anterior. Com relação ao N, não houve aplicação de fertilizantes, tendo havido apenas inoculação.

Em todos os anos foram incorporados resíduos culturais, de milho bem triturados, a uma profundidade de 30 cm, por meio de arado de aiveca.

1) Rendimento e componentes de produção de ervilhas

A Tabela 9 mostra o rendimento e os componentes de produção dos três anos em questão. Com relação ao rendimento de grãos, nota-se que em 1987 não foi possível observar diferenças significativas entre os tratamentos, em virtude da dispersão dos resultados das produtividades dos tratamentos. O rendimento tende a ser maior no tratamento de 5 atm. Em 88, pode-se notar, claramente, que o tratamento de 5 atm proporciona maior rendimento, com a diferença significativa, de precisão de 5%, em relação aos tratamentos de 0,5 atm e 0,33 atm.

TABELA 9 - Valores médios de rendimento e de componentes da produção de ervilhas (Triofin e Flávia) em função de níveis de tensão de água no solo. Variedade: Triofin (87,88), Flávia (89).

Ano de safra	Tratamento tensão atm	Rendimento de grão kg/ha	Peso de palha	Altura da planta cm	Número de vagem por planta	Número de grãos por vagem	Peso de 100 grãos g	Número de plantas/m ²
		*						
87	0.33	2540 a	3636	95	8.8	2.9	16.4	125
	0.5	2456 a	3022	95	7.0	3.0	16.5	109
	0.7	2642 a	3574	95	8.0	2.5	16.6	99
	1.0	2826 a	4446	98	8.7	2.6	17.6	91
	5.0	3008 b	2746	58	5.7	3.9	17.0	103
	10.0	2322 c	2190	41	4.5	3.5	17.3	92
88	0.33	2956 c	4198	123	10.1	3.7	13.0	90
	0.5	3084 c	3954	124	9.9	3.1	13.0	96
	0.7	3935 ab	3936	111	10.4	3.1	14.8	110
	1.0	3488 abc	4239	125	8.5	3.5	13.8	119
	5.0	4244 ab	3995	104	8.9	2.8	15.8	102
	10.0	3780 abc	3497	102	8.4	3.1	14.8	106
89	0.33	4077 a	3991	94	12.2	3.8	15.2	78
	0.5	3791 ab	3373	94	10.7	4.1	15.5	88
	0.7	3871 ab	3085	87	11.3	3.9	15.8	79
	1.0	3657 ab	3114	82	11.2	4.1	16.1	76
	5.0	3417 b	2802	82	12.4	3.9	16.9	78
	10.0	1882 c	1710	55	6.8	4.0	16.7	91
* Ano de safra			87	88	89			
CV (%)			12.5	14.6	9.9			
F			2.30	3.68*	22.01**			
DMS		0.05:	-	796	516			
(kg/ha)		0.01:	-	-	709			

Segundo Giordano et al (1984), a cultivar Triofin é uma das mais produtivas, possuindo boa resistência ao oídio. Entretanto, esta cultivar possui grãos um pouco grandes para o mercado de ervilha para reidratação (18 g/100 grãos). O peso de 100 grãos no ano 88 foi baixo para a variedade Triofin. Ainda para o tratamento de 5 atm que houve uma tendência geral de adensamento das folhas com o desenvolvimento vegetativo excessivo, de modo que, no ano agrícola 1989, a fim de evitar esses problemas foi usada a variedade Flávia, que tem gavinhas em vez de folhas na parte superior da planta, com boa imunidade (Giordano et al 1988).

O número de plantas por metro quadrado também foi reduzido de 120 para 80 plantas/m², de modo que não se observou tendência para o adensa-

mento de folhagem. Nesse ano houve diferença significativa, com precisão de 1%, entre os tratamentos abaixo de 5 atm e 10 atm. Dentre os tratamentos abaixo de 5 atm, o tratamento de 0,33 atm foi bom, com uma diferença significativa de 5% de precisão, em comparação com o de 5 atm, mas entre o tratamento de 0,5 atm e 5 atm, não houve diferença significativa. Com relação ao peso de 100 grãos, o maior peso obteve-se no tratamento de 5 atm e nos tratamentos abaixo de 0,7 atm os pesos de 100 grãos são reduzidos, enquanto que a altura da planta é grande, com certa tendência para o crescimento improdutivo da planta.

2) Concentração de nutrientes da ervilha

A Tabela 10 apresenta os valores obtidos na análise da planta colhida na época da floração. Em termos de conteúdo dos nutrientes N, P, K, Ca e Mg, todos os valores se enquadram dentro do Quadro de Concentrações Normais de Valores Críticos de Nutrientes na Folha de Ervilha (Magalhães, J.R. & Giordano, L.B. 1989). Não existem diferenças entre os tratamentos feitos nos anos agrícolas de 88 e 89 nem entre os tratamentos do ano 88, porém, nota-se que as quantidades de N, P e K são baixas, donde se supõe que tenha havido estresse por causa da deficiência hídrica.

TABELA 10 - Conteúdo de nutrientes em folhas de ervilha no início da floração como função da tensão de água no solo. - Ervilha, safra 88 e 89, CPAC - Data amostragem: 26/07/88, 8/08/89.

Ano de safra	Tratamento atm	N	P	K	Ca	Mg
		(%)				
88	0.33	3.73	0.27	3.45	1.32	0.41
	0.5	4.23	0.27	3.48	1.52	0.43
	0.7	3.90	0.26	3.22	1.42	0.44
	1.0	4.19	0.26	3.01	1.64	0.44
	5.0	3.86	0.22	2.69	1.56	0.43
	10.0	3.84	0.23	2.62	1.57	0.43
89	0.33	3.89	0.25	3.25	1.38	0.35
	0.5	3.95	0.29	3.16	1.42	0.39
	0.7	3.82	0.24	2.86	1.50	0.41
	1.0	3.50	0.23	2.76	1.35	0.37
	5.0	3.77	0.23	2.99	1.38	0.38
	10.0	3.36	0.19	2.26	1.52	0.40

A Tabela 11 apresenta a quantidade total de nutrientes absorvidos até a época da colheita. Os efeitos da inoculação de sementes são grandes, uma vez que a absorção total de N chega a ser de 140 kg/ha (1989), superando a quantidade máxima de fixação de N indicada por Peres et al (1989). A absorção de K também foi grande, chegando a superar a quantidade aplicada, donde se conclui que a incorporação dos resíduos de milho é imprescindível.

TABELA 11 - Quantidade de nutrientes no grão e palha da ervilha no tratamento de 5 atm. - Safra 88 e 89, CPAC - Data coleta: 19/09/88, 11/09/89.

Ano de safra	Parte	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	CaO	MgO
	 kg/ha				
88	Grão	142.7	26.2	41.8	8.5	10.4
	Palha	66.1	9.8	112.5	111.4	31.6
	Total	208.8	36.0	154.3	119.9	42.0
89	Grão	119.7	26.1	38.0	1.7	6.5
	Palha	20.7	2.7	56.7	64.3	12.8
	Total	140.4	28.7	94.7	66.0	19.4

A Tabela 12 apresenta os valores obtidos na análise de nutrientes do solo, antes de se iniciar o experimento e após a colheita da safra 89. O solo inicialmente apresenta um valor de K ligeiramente maior que o valor crítico de K de 0,13 meq/100ml (Vilela et al 1986), e o valor de P menor que o valor crítico de 9 ppm (Goedert, W.J. et al 1986), mas depois da colheita da ervilha de 1989, esses valores melhoraram em toda a camada, de 0 a 30 cm de profundidade, aumentando para os valores superiores aos críticos. Entretanto, o Ca foi absorvido intensamente ao longo dos dois anos, tornando-se inferior ao nível de 2 t/ha de calcário já aplicado (Sousa, D.M.G. de, et al 1986), donde surge a necessidade de aplicação anual de 2 t/ha de calcário. Com relação à matéria orgânica, existe um bom equilíbrio mantido graças à incorporação dos resíduos culturais de milho, não se registrando a tendência para diminuição.

TABELA 12 - Conteúdo de nutrientes antes do plantio e após colheita da ervilha em 89, CPAC. - Data: 22/01/88, 13/09/89.

Tratamento - bloco -camada	Profundidade cm	Matéria orgânica (%)	Ph H ₂ O	Cátions trocáveis				P Mehlich ppm
				Ca*	Mg*	K**	Al	
meq/100 ml								
Antes do plantio								
Ap	0-16	2.17	5.8	3.72	0.60	0.18	0.00	8.1
A	16-33	2.32	5.8	4.24	0.66	0.04	0.00	5.4
B	33-	1.53	5.5	1.42	0.42	0.02	0.44	0.9
Após colheita								
1 -1-1	0-15	2.45	5.5	1.81	1.18	0.24	0.13	11.1
1 -1-2	15-30	2.45	5.6	1.75	0.97	0.19	0.20	9.9
1 -1-3	30-	1.77	5.4	0.91	0.60	0.07	0.37	1.6
5 -4-1	0-15	2.26	5.7	2.20	1.05	0.18	0.14	10.6
5 -4-2	15-30	2.06	5.5	2.46	1.15	0.37	0.07	18.7
5 -4-3	30-	1.28	5.5	1.05	0.43	0.12	0.36	1.9

* EDTA para solo antes do plantio e absorção atômica após colheita

** Mehlich

3) Quantidade de água aplicada na ervilha e movimento de água do solo após irrigação

A Tabela 13 mostra a quantidade de água aplicada nos anos 87, 88 e 89, bem como os intervalos de irrigação nos meses de julho e agosto dos mesmos anos. Em 87 e 88, houve tendência de adensamento da folhagem, conseqüentemente a quantidade de água aplicada foi maior que em 89. Em 89 adotou-se a variedade Flávia a qual permite maior penetração de luz. Foi diminuído o número de plantas por área, (de 120 pl/m² para 80 pl/m²) de modo que a eficiência do consumo de água foi aumentada, podendo manter o máximo de rendimento com a irrigação aproximada de 320 mm a 5 atm (Tabelas 9 e 13). No entanto, quando a quantidade de água aplicada foi de 223 mm (10 atm) apenas, a produção diminuiu bastante, em cerca de 50%, em relação aos tratamentos mais úmidos.

TABELA 13 - Quantidade de água aplicada (mm) e intervalo médio de irrigação (dias). - Ervilha, safra 87, 88 e 89, CPAC. - Variedade: Trioфин (87,88), Flávia (89) - Ciclo vegetativo: 112 dias (88), 98 dias (89).

Safr	Parâmetro	Tratamento (atm)					
		0.33	0.5	0.7	1	5	10
87	Água total (mm)	687	779	610	707	454	363
	Intervalo de irrigação (dias)	3-4	3-4	4-5	5-6	10	12
		3	3-4	3-4	4-5	6-7	10
88	Água total (mm)	469	557	541	454	426	382
	Intervalo de irrigação (dias)	5	5	5	8	10	12
		4	4	6	7-8	8-9	14
89	Água total (mm)	427	384	348	354	324	223
	Intervalo de irrigação (dias)	6	7	8	10	12	15
		5	7	9	10	12	15

A Figura 8 apresenta a variação do conteúdo de água no solo, de acordo com a profundidade e tempo para o tratamento de 5 atm, na época da floração de 1989, entre 2 e 14 de agosto. Após a aplicação de 49,6 mm de água, no dia 1º de agosto, o teor de água do solo diminuiu gradativamente em toda a camada, registrando, a 10 cm de profundidade, 0,7 atm no oitavo dia, e 1 atm de tensão no décimo dia. No décimo segundo dia ela alcança 21%, que corresponde a tensão de água de 5 atm. As raízes da ervilha são longas, de modo que podem absorver água até em profundidades maiores que 60 cm.

Reunindo todos esses dados, pode-se dizer que o momento de irrigação da ervilha com a máxima eficiência de utilização de água de irrigação situa-se a tensões próximas de 5 atm controlada na profundidade de 10 cm e, com um intervalo de irrigação de aproximadamente dez dias. A quantidade total de água aplicada se situa em torno de 320 mm. Em termos práticos, a aplicação de água pode ser iniciada três ou quatro dias depois que se tornar impossível usar o tensiômetro instalado a 50 cm de profundidade, fazendo-se então o cálculo da lâmina com os dados de conteúdos de água médios até 60 cm da superfície do solo.

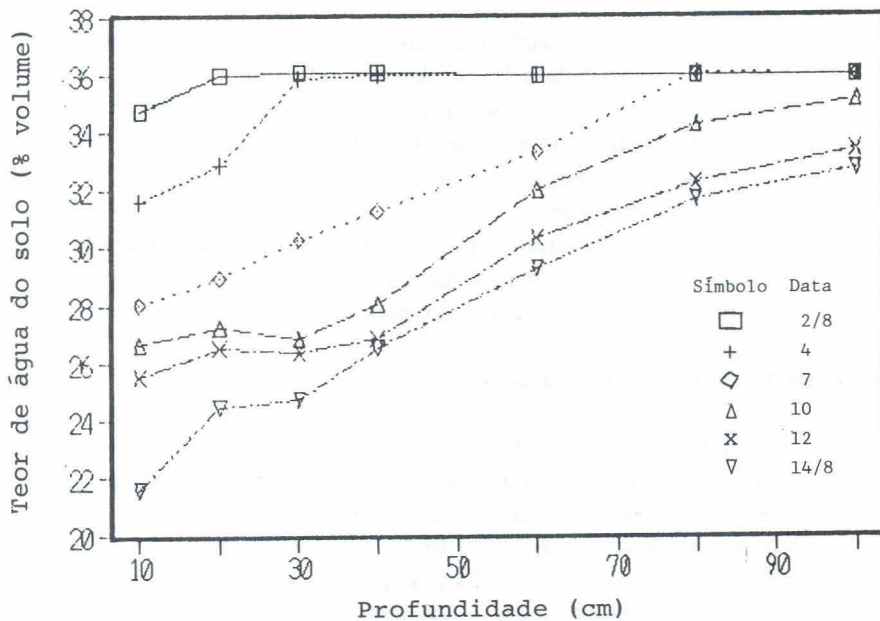


FIG. 8 - Variação do conteúdo de água em função do tempo e profundidade do solo após irrigação a 5 atm. Agosto, ervilha 89, CPAC.

Considerações

Levando-se em consideração todos os dados até aqui levantados nos experimentos que concernem ao estabelecimento do momento de irrigação em feijão e ervilha, podemos tirar as seguintes conclusões:

1) Preparo do solo

Uma vez que o cultivo de plantas sob irrigação é a forma mais intensiva, que proporciona maior produção, é preciso estabelecer um sistema adequado de rotação de culturas, introduzindo o cultivo de milho, durante a estação chuvosa, seguido pela incorporação de seus resíduos culturais e pela aração profunda do solo.

2) Cultivo irrigado do feijão durante a estação seca

- (1) O momento de irrigação mais indicado para maiores produções é de 1 atm, controlada a 10 cm de profundidade;
- (2) A quantidade de água a ser aplicada deve levar em consideração o conteúdo de água no solo até 40 cm da superfície. Nos melhores tratamentos de tensão o total de água aplicada no ciclo, esteve entre 400 e 500 mm.
- (3) Para o cultivo de feijão, é preciso, além da inoculação, aplicar um pouco de N, na adubação básica, ou logo após a emergência, a fim de estimular o crescimento inicial.

3) Cultivo da ervilha na época seca

- (1) Recomenda-se a adoção de variedades que não tenham folhas na parte superior, com boa possibilidade de penetração da luz solar, tais como Kodama, Flávia, etc.;
- (2) A densidade no plantio deve ser de 80 a 90 plantas/m²;
- (3) Não há necessidade de aplicação de N, uma vez que a fixação de N por meio da inoculação é satisfatória;
- (4) O momento de irrigação deve ser quando a tensão a 10 cm de profundidade atingir valores próximos a 5 atm;
- (5) A quantidade de água aplicada, no melhor tratamento de tensão, situou-se entre 350 e 450 mm, devendo-se considerar a profundidade de solo até 60 cm para os cálculos desse parâmetro.

Agradecimentos

Na condução da presente pesquisa, contou-se com o constante aconselhamento de muitos colegas, dentre os quais se destacam, na área de Solo e Água, o ex-coordenador Dr. Leo Nobre de Miranda e o pesquisador da área de Drenagem Dr. Jorge César dos Anjos Antonini, aos quais apresentamos nossos melhores agradecimentos. No cultivo da ervilha, contou-se com o apoio dos colegas pesquisadores do CNPH, Dr. Leonardo de B. Giordano, Dr. Waldir A. Marouelli e do Dr. Yoshihiko Horino, aos quais agradecemos. Os experimentos de campo no CPAC foram conduzidos pelos Técnicos Agrícolas Sr. Edimar A. Santos, Sr. Lúcio Feitosa e pelo Sr. José Antônio da

Silva. As análises foram realizadas pelos membros das equipes dos Laboratórios de Física do Solo, Química do Solo, bem como do Laboratório de Análise das Plantas. A todos aqueles que assim cooperaram na consecução do presente trabalho registramos os nossos agradecimentos.

Referências Bibliográficas

- ARRUDA, F.B. Uso da água na produção agrícola. In SIMPÓSIO SOBRE O MANEJO DE ÁGUA NA AGRICULTURA. Campinas: s.ed.,1987. p.177-199.
- AZEVEDO, J.A. de; FREIRE, J.C.; SILVA, E.M. da. Características físico-hídricas importantes para a irrigação de solos representativos de cerrados. In CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA AGRÍCOLA, 11 Brasília, 1981. *Anais Brasília*, 1983. p.843- 844, v. 2.
- AZEVEDO, J.A. de; SILVA, E.M; RESENDE, M.; GUERRA, A.F. **Aspectos sobre o manejo da irrigação por aspersão para o cerrado.** Planaltina: PROFIR/EMBRAPA.-CPAC, 1986. 52p. (EMBRAPA-CPAC. Circular Técnica, 16)
- AZEVEDO, J.A. de; CAIXETA, T.J. **Irrigação do feijoeiro.** Planaltina: EMBRAPA-CPAC, 1986. 60p. (EMBRAPA-CPAC. Circular Técnica, 23)
- BERNARDO, S.; GALVÃO, J.D.; GUERINI, H.; CARVALHO, J.B. Efeito de níveis de água no solo sobre a produção do feijoeiro. *Seiva, Viçosa*, v.30, n. 71, p.7-13, 1970.
- DOORENBOS, J.; KASSAM, A.H. **Yield response to water.** Rome: FAO 1979, 193p. (FAO Irrigation and Drainage Paper, 33).
- EMBRAPA. Centro de Pesquisa Agropecuária dos Cerrados. Características físico-hídricas de solos dos cerrados. **Relatório Técnico Anual do Centro de Pesquisa Agropecuária dos Cerrados 1979-80** Planaltina, 1981. p.67-72.
- FREITAS JUNIOR, E.; SILVA, E.M. da. Caracterização, modificações sob cultivo e variabilidade espacial das propriedades físicas dos solos dos cerrados. EMBRAPA. Centro de Pesquisa Agropecuária dos Cerrados **Relatório Técnico Anual do Centro de Pesquisa Agropecuária dos Cerrados 1982- 85** Planaltina, 1987. p.206-208.

- FRIZZONE, J.A. Funções de resposta do feijoeiro ao uso de nitrogênio e lâmina de irrigação. In SIMPÓSIO SOBRE O MANEJO DE ÁGUA NA AGRICULTURA. Campinas, p.123-133, 1987.
- GIORDANO, L.B. et al **Cultivo da ervilha**. Brasília: EMBRAPA-CNPB, 1984. p.3. (EMBRAPA-CNPB. Instruções 1).
- GIORDANO, L.B.; REIFSCHNEIDER, F.J.B.; NASCIMENTO, W.M. **ERVILHA-Novas cultivares para produção de grãos secos**. Brasília: EMBRAPA-CNPB/SPSB, 1988.
- GOEDERT, W.J.; SOUSA, D.M.G. de; LOBATO, E. Fósforo. In: GOEDERT, W.J. **Solos dos Cerrados**. São Paulo: NOBEL/EMBRAPA-CPAC, 1986. p.159.
- GUERRA, A.F.; SILVA, E.M. da. Efeito de diferentes níveis de umidade do solo sobre o desenvolvimento e produção de trigo em solos dos cerrados. In: EMBRAPA. Centro de Pesquisa Agropecuária dos Cerrados. Planaltina, DF **Relatório Técnico Anual do Centro de Pesquisa Agropecuária dos Cerrados 1982-85** Planaltina, 1987. p.221-223.
- MAGALHÃES, A.A.; MILLAR, A.A. Efeito do deficit de água no período reprodutivo sobre a produção do feijão. **Pesq. agropec. bras.**, Brasília, v.13, n.2, p55-60, 1978.
- MAGALHÃES, A.A.; GIORDANO, L.B. Nutrição mineral da ervilha. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v.?, n.?, p.9-16. 1989
- MAROUELLI, W.A.; OLIVEIRA, C.A.S. Irrigação da ervilha: Ervilha: Integração Pesquisa Iniciativa Privada. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v.?, n.?, p.32-37, 1989.
- PERES, J.R.R.; SUHET, A.R.; VARGAS, M.A.T. Fixação de nitrogênio atmosférico pela ervilha em solos de cerrados: Ervilha: integração pesquisa iniciativa privada. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v.?, n.?, p.16-19, 1989.
- SARTORATO, A. et al **Recomendações técnicas para a cultura de feijão com irrigação suplementar**. Goiânia: EMBRAPA-CNPAC. 1982. 7p. (EMBRAPA.- CNPAF, Circular Técnica, 16).
- SILVA, W.L.C.; ANDREOLI, C.; FONTES, R.R. Efeito de dois regimes de umidade do solo, níveis de fósforo e potássio sobre o desenvolvimento e produtividade de duas cultivares de ervilha (*Pisum sativum* L.). **Científica** v.10, n.1, p.73-78, 1982.
- SOUSA, D.M.G. de; CARVALHO, L.J.C.B.; MIRANDA, L.N. Correção da acidez do solo. In: **Solos dos Cerrados**. São Paulo: NOBEL/

- EMBRAPA-CPAC, 1986. p.99-127.
- STONE, L.F.; MOREIRA, J.A.A. **Irrigação do feijoeiro**. Goiânia: EMBRAPA-CNPAP, p.16-17, 1986 (EMBRAPA-CNPAP. Circular Técnica, 20).
- VILELA, L.; SILVA, J.E. da; RITCHEY, K.D.; SOUSA, D.M.G. de. Potássio. In: **Solos dos Cerrados**. São Paulo: NOBEL/EMBRAPA-CPAC 1986. p.203-222.

Complementação - Conteúdo de água do solo

TABELA 14 - Conteúdo de água do solo (volume %). - 1 atm, feijão 88, CPAC.

Mês	Dia	Profundidade do solo (cm)						Água aplicada (mm)	
		10	20	30	40	60	80		100
5	20	Depois do plantio						20.0	
5	28	Depois da germinação						20.0	
6	1	30.3	30.0	29.1	28.8	28.8	28.9	28.9	
6	2	28.8	29.5	29.1	28.9	28.8	28.8	28.8	
6	3	28.3	29.3	29.0	28.9	28.8	28.8	28.8	
6	4	27.3	29.5	29.0	29.4	28.8	28.8	28.8	
6	4	Depois da adubação com nitrogênio						10.0	
6	5	28.7	29.3	29.0	29.0	28.8	28.8	28.9	
6	6	28.2	29.1	28.9	28.8	28.7	28.7	28.8	
6	7	27.5	28.4	28.7	28.7	28.8	28.8	28.8	
6	8	26.9	28.1	28.1	28.7	28.7	28.8	28.8	
6	9	26.4	0.0	28.6	29.6	28.6	28.7	28.7	
6	10	26.1	28.3	28.6	28.6	28.8	28.8	28.8	
6	11	26.0	28.6	28.4	28.6	28.7	28.7	28.8	
6	12	25.8	28.1	28.2	28.5	28.6	28.8	28.8	
6	13	25.7	27.9	28.1	28.4	28.6	28.7	28.7	
6	14	25.7	27.8	28.1	28.4	28.6	29.1	28.6	
6	15	25.7	27.5	28.3	28.2	28.5	28.6	8.6	35.8
6	16	31.8	30.7	29.7	28.2	28.6	28.7	28.8	
6	17	31.1	28.8	29.9	28.1	28.5	28.6	28.5	
6	18	29.3	29.1	30.2	28.1	28.5	28.7	28.7	
6	19	28.2	29.0	29.1	28.1	28.5	28.6	28.7	
6	20	27.8	28.8	29.8	28.1	28.4	28.4	28.5	
6	21	26.9	28.7	30.5	28.1	28.5	28.6	28.5	
6	22	26.6	28.3	30.9	28.1	28.5	28.6	28.6	
6	23	26.2	28.1	30.9	28.0	28.5	28.6	28.6	
6	24	26.0	27.9	29.3	28.0	28.5	28.6	28.6	
6	25	25.9	27.5	27.7	27.9	28.5	28.7	28.6	
6	26	25.3	27.2	27.6	27.9	28.5	28.7	28.7	24.2
6	27	32.0	31.4	31.2	28.8	28.4	28.5	28.5	
6	28	29.8	30.3	29.4	27.8	28.4	28.6	28.7	
6	29	28.7	29.7	29.7	30.6	30.0	30.2	30.3	
7	2	26.1	27.9	28.0	28.0	28.4	28.6	28.6	
7	3	25.9	27.2	27.5	27.8	28.3	28.6	28.6	
7	4	25.3	26.6	27.0	27.6	28.2	28.6	28.5	41.3
7	5	32.4	29.6	27.8	27.4	28.1	28.4	28.5	
7	6	30.2	30.2	27.9	28.1	28.1	28.4	28.5	
7	7	28.9	29.5	28.0	28.5	28.1	28.4	28.5	
7	8	27.3	28.4	28.0	28.5	28.0	28.4	28.5	
7	9	26.2	27.5	27.9	28.3	28.0	28.4	28.5	
7	10	25.6	27.7	27.8	28.0	27.9	28.2	28.4	
7	11	24.7	25.7	26.8	27.7	27.9	28.3	28.5	44.4
7	12	32.7	30.0	26.8	27.3	27.8	28.1	28.3	
7	13	29.6	29.9	26.9	27.8	27.7	28.1	28.3	
7	14	27.7	28.8	27.0	28.0	27.6	28.1	28.3	
7	15	26.7	28.0	27.0	27.9	27.5	28.0	28.2	

Continuação Tabela 14

Mês	Dia	Profundidade do solo (cm)							Água aplicada (mm)
		10	20	30	40	60	80	100	
7	16	25.9	27.2	26.7	27.6	27.5	27.9	28.1	
7	17	25.8	26.5	26.2	27.3	27.3	27.9	28.2	
7	18	24.8	25.8	25.8	26.9	27.2	27.8	28.1	48.7
7	19	31.4	30.2	25.7	26.1	26.9	27.7	28.0	
7	20	29.4	29.3	25.9	26.2	26.9	27.6	28.1	
7	21	27.1	28.0	26.1	26.2	26.8	27.6	28.0	
7	22	26.0	27.1	25.9	26.1	26.7	27.5	27.9	
7	23	25.8	26.2	25.9	26.1	26.1	27.4	27.9	
7	24	25.3	25.7	25.6	25.7	26.5	27.3	27.8	50.7
7	25	32.0	28.7	25.3	25.6	26.3	27.0	27.7	
7	26	31.6	30.6	25.7	25.7	26.3	26.9	27.6	
7	27	29.2	28.9	25.7	25.6	26.2	26.8	27.6	
7	28	27.1	27.8	25.9	25.7	26.3	26.7	27.5	
7	29	26.0	26.8	25.7	25.6	26.1	26.6	27.5	
7	30	25.8	26.2	25.6	25.4	25.8	26.5	27.3	
7	31	24.8	25.6	25.1	25.1	25.6	26.4	27.1	52.4
8	1	32.4	32.3	26.0	25.1	25.6	26.3	27.9	
8	2	30.5	30.4	26.7	25.1	25.3	26.1	27.6	
8	3	29.0	29.3	27.0	25.2	25.2	26.1	27.5	
8	4	27.2	28.1	26.8	25.3	25.3	26.1	27.4	
8	5	26.3	27.1	26.3	25.4	25.3	26.5	27.4	
8	6	25.6	26.4	25.7	25.3	25.3	26.5	27.3	
8	7	24.7	25.6	25.4	25.0	24.9	26.2	26.7	52.7
8	8	32.5	33.1	31.4	24.9	24.8	25.7	26.6	
8	9	30.7	30.8	31.1	25.6	24.9	25.7	26.5	
8	10	29.3	29.9	29.6	25.8	25.2	25.7	26.5	
8	11	27.9	28.7	28.9	25.8	24.9	25.7	26.1	
8	12	26.5	27.6	28.5	25.8	25.0	25.7	26.2	
8	13	25.3	26.9	27.4	25.6	24.8	25.6	25.9	50.5
8	14	32.1	31.6	31.4	25.3	24.8	25.5	25.7	
8	15	31.0	30.9	30.7	25.9	24.9	25.6	25.9	
8	16	29.8	30.1	30.0	29.9	24.9	25.6	25.9	
8	17	28.6	29.4	29.6	29.4	25.0	25.6	26.1	
8	18	27.3	28.6	29.2	29.0	25.0	25.6	25.9	
8	19	26.5	27.7	28.7	28.5	25.0	25.6	25.9	
8	20	25.8	26.9	28.2	28.0	25.3	25.7	26.1	
8	21	24.7	26.6	26.4	26.2	25.2	25.7	26.1	
8	22	23.7	25.8	26.1	25.8	25.0	25.6	26.1	
8	23	22.7	25.0	25.8	25.4	24.8	25.6	26.1	
8	24	21.8	24.7	25.6	25.2	24.8	25.5	26.1	
8	25	21.2	24.3	25.3	25.0	24.7	25.4	25.0	
8	26	20.5	24.0	25.0	24.9	24.6	25.3	25.9	
8	27	19.8	23.7	24.8	24.7	24.5	25.3	25.7	15.3
Total									466.0

TABELA 14.1 - Conteúdo de água do solo (volume %). - 1 atm, feijão 89, CPAC.

Mês	Dia	Profundidade do solo (cm)						Água aplicada (mm)
		10	20	30	40	60	80	
5	18	Depois do plantio						20.0
5	19	Depois do plantio						20.0
5	29	Depois da germinação						30.0
6	4	33.1	31.8	30.8	26.7	25.6	25.8	25.8
6	5	32.2	33.9	33.5	26.2	24.4	25.7	25.4
6	6	31.3	32.0	32.3	27.3	25.0	26.2	25.8
6	7	30.5	30.8	31.3	28.0	25.3	26.3	26.1
6	8	29.4	30.1	30.9	28.5	25.6	26.8	26.5
6	9	28.7	29.4	30.5	29.0	25.9	27.0	26.8
6	10	28.1	28.7	30.0	29.3	26.2	27.2	27.0
6	11	27.4	28.2	29.7	29.7	26.3	27.4	27.1
6	12	27.1	27.6	29.4	29.5	26.8	27.4	27.3
6	13	26.8	27.8	29.0	29.3	27.1	27.4	27.3
6	14	26.8	27.1	29.1	29.2	27.0	27.4	27.5
6	15	27.4	26.8	28.8	29.1	27.2	27.6	27.8
6	16	25.6	26.7	29.0	28.8	27.3	27.9	27.9
							44.7	
6	17	34.9	35.1	33.7	31.6	29.2	28.9	28.6
6	18	33.4	33.9	32.7	30.2	29.1	28.9	28.6
6	19	31.3	31.8	32.0	30.7	29.5	28.9	28.7
6	20	30.3	30.5	31.1	30.5	29.6	29.0	28.6
6	21	29.7	29.7	30.6	30.4	29.7	29.1	28.7
6	22	29.3	28.9	30.3	30.0	29.6	29.2	28.9
6	23	28.6	28.1	29.7	29.8	29.6	29.2	28.9
6	24	27.9	27.3	29.3	29.5	29.5	29.3	29.1
6	25	28.4	26.8	28.9	29.3	29.3	29.2	28.8
6	26	27.8	26.5	28.7	29.1	29.3	29.3	29.0
6	27	28.7	26.3	28.7	28.9	29.2	29.2	29.0
6	28	28.4	26.6	28.5	28.6	29.0	29.1	29.0
6	29	27.7	26.2	27.5	28.5	28.9	29.1	28.9
6	30	25.7	26.2	27.1	28.3	28.9	29.0	28.9
							45.1	
7	1	36.0	36.0	27.4	28.1	28.7	28.9	28.8
7	2	32.1	31.0	28.0	28.0	28.7	28.9	29.0
7	3	30.4	29.1	28.2	27.8	28.5	28.9	28.9
7	4	28.8	27.4	27.7	27.8	28.5	28.9	29.0
7	5	27.7	26.7	27.5	27.0	28.4	28.8	28.9
7	6	26.7	26.3	27.4	27.5	28.3	28.7	28.9
7	7	26.2	26.0	26.8	27.2	28.1	28.8	29.0
7	8	23.9	26.0	26.7	27.0	28.1	28.6	28.9
							48.3	
7	9	36.0	36.0	27.2	26.9	28.1	27.6	28.9
7	10	32.7	32.3	28.6	26.8	28.0	28.5	28.9
7	11	31.4	29.7	28.8	26.8	27.9	28.5	28.8
7	12	30.3	28.0	28.5	26.7	27.9	28.5	28.8
7	13	29.7	27.1	27.9	26.7	27.9	28.5	28.9
7	14	27.7	26.4	27.4	26.5	27.8	28.5	28.9
7	15	27.1	26.3	27.2	26.6	27.8	28.5	28.9
7	16	25.0	26.0	26.4	26.6	27.6	28.3	28.8
							47.5	

Continuação Tabela 14.1

Mês	Dia	Profundidade do solo (cm)						Água aplicada (mm)	
		10	20	30	40	60	80		100
7	17	36.0	36.0	26.8	26.3	27.4	28.2	28.6	
7	18	32.7	31.4	27.2	26.2	27.4	28.2	28.7	
7	19	31.0	29.0	27.5	26.1	27.3	28.1	28.6	
7	20	29.1	27.2	27.3	26.1	27.3	28.1	28.6	
7	21	28.3	26.5	27.0	26.0	27.2	28.0	28.6	
7	22	28.4	26.1	26.7	26.1	27.1	28.0	28.5	
7	23	26.1	26.0	26.3	26.0	27.0	27.9	28.5	
7	24	23.0	26.1	26.3	25.9	27.0	27.8	28.5	50.7
7	25	36.0	35.5	26.4	25.7	26.9	27.7	28.5	
7	26	31.2	30.1	26.8	25.9	26.9	27.7	28.5	
7	27	30.0	27.3	26.8	25.9	26.8	27.6	28.4	
7	28	27.7	26.2	26.4	25.7	26.7	27.5	28.3	
7	29	26.3	26.0	26.2	25.3	26.6	27.4	28.2	
7	30	51.6	51.7	26.0	24.4	26.5	27.3	28.1	50.7
7	31	36.0	36.0	28.8	23.6	26.5	28.1	29.5	8.3
8	1	36.0	33.9	29.3	25.8	26.2	27.0	28.1	
8	2	36.1	33.0	30.0	26.1	26.1	27.0	28.0	
8	3	33.3	31.0	29.4	25.7	26.1	27.0	28.0	
8	4	33.6	29.7	28.9	26.2	26.2	27.0	28.0	
8	5	36.1	28.6	28.4	26.2	26.2	27.0	28.0	
8	6	30.8	27.1	27.3	26.0	26.2	26.9	27.9	
8	7	27.7	26.6	27.1	26.2	26.2	26.9	28.0	1.5
8	8	26.7	26.4	26.7	26.1	26.2	26.9	27.9	
8	9	26.2	26.3	26.5	26.1	26.1	26.2	27.9	
8	10	24.1	25.7	26.4	26.1	25.9	26.1	27.8	51.1
8	11	36.0	36.0	26.7	26.1	25.8	25.9	27.7	
8	12	36.0	33.9	30.4	26.1	25.8	25.9	27.8	
8	13	36.1	31.3	29.6	26.0	25.8	25.9	27.7	
8	14	32.7	29.9	28.9	26.0	25.9	26.1	27.7	
8	15	38.3	29.0	28.6	26.0	25.8	25.9	27.6	
8	16	34.2	28.6	28.3	26.2	25.8	26.1	27.8	
8	17	30.8	27.7	27.5	26.3	25.9	26.1	27.8	
8	18	30.1	27.1	27.1	26.1	26.1	26.1	27.6	
8	19	30.2	27.0	27.0	26.2	26.4	26.1	27.8	
8	20	25.4	26.5	26.5	26.0	25.9	26.1	27.7	47.8
8	21	36.0	36.0	28.2	26.2	26.1	26.2	27.7	
8	22	36.3	33.3	30.8	26.1	26.1	26.2	27.8	
8	23	36.0	36.0	36.0	31.4	26.1	26.2	27.6	21.6
8	24	36.0	37.1	35.8	34.0	26.2	26.5	27.8	
8	25	36.3	33.0	33.0	33.0	26.3	26.5	27.8	
8	26	36.0	33.0	32.8	32.3	28.8	26.7	27.9	
8	27	32.1	31.8	31.9	31.8	29.4	26.7	28.3	
8	28	34.2	31.3	31.7	31.6	29.7	29.1	28.6	
8	29	32.6	30.9	31.3	31.2	29.8	29.6	29.1	
8	30	33.7	31.1	31.1	31.0	29.8	29.7	29.2	
8	31	33.6	30.7	30.9	30.8	29.7	29.7	29.6	
Total									487.3

TABELA 15 - Conteúdo de água do solo (% volume).- 5 atm, ervilha 89, CPAC.

Mês	Dia	Profundidade do solo (cm)							Água aplicada (mm)
		10	20	30	40	60	80	100	
5	30	Depois do plantio							50.0
6	9	Depois da germinação							50.0
6	20	29.8	31.4	32.4	35.0	35.4	36.1	36.3	
6	21	29.6	31.4	31.8	35.0	35.4	36.1	36.3	
6	22	28.9	31.2	31.7	35.0	35.5	36.1	36.3	
6	23	28.4	30.5	31.2	35.1	34.7	36.1	36.3	
6	24	27.8	29.8	30.6	34.0	33.9	37.1	36.3	
6	25	27.8	29.4	30.6	32.0	33.6	37.1	36.4	
6	26	29.6	28.8	30.2	31.4	34.7	34.7	35.5	
6	27	29.1	29.6	31.7	32.8	34.7	34.9	35.5	
6	28	28.7	29.0	30.9	32.0	32.8	34.9	34.6	
6	29	28.9	29.0	31.4	32.4	32.2	34.9	34.6	
6	30	29.2	30.0	30.0	31.4	32.0	33.8	33.9	
7	1	29.7	27.2	29.8	31.0	31.8	33.5	33.7	
7	2	28.6	27.0	30.1	31.1	31.6	33.2	33.6	
7	3	27.1	27.0	32.2	30.0	31.5	32.7	26.3	
7	4	25.0	26.7	31.7	30.0	31.4	32.5	33.1	
7	5	23.1	26.7	30.9	29.7	31.6	32.7	33.1	
7	6	22.0	27.0	30.1	29.2	31.0	33.1	32.5	45.1
7	7	34.9	34.9	35.0	31.0	31.6	32.9	32.8	
7	8	33.0	34.3	33.1	33.5	32.3	33.6	33.4	
7	9	31.4	31.7	31.5	32.5	32.6	33.4	33.8	
7	10	30.6	30.5	31.0	32.1	32.7	34.0	34.3	
7	11	29.7	29.7	30.5	31.9	32.4	34.2	34.0	
7	12	29.1	29.2	29.6	30.7	32.0	33.4	33.9	
7	13	28.7	28.2	30.6	29.8	31.6	32.6	33.4	
7	14	27.8	27.5	28.1	29.4	31.6	32.8	33.6	
7	15	30.0	27.6	27.7	28.8	31.3	32.5	33.0	
7	16	25.7	28.0	27.6	28.4	30.9	32.3	33.0	
7	17	23.7	27.1	27.0	28.4	30.7	31.9	32.7	
7	18	22.0	26.6	26.5	28.7	30.6	31.7	32.5	46.5
7	19	34.0	36.1	36.1	36.1	36.1	36.1	36.1	
7	20	33.8	35.6	35.0	36.1	36.1	36.1	36.1	
7	21	31.9	32.7	33.1	35.5	36.1	36.1	36.1	
7	22	30.7	31.4	32.1	34.1	36.1	36.1	36.1	
7	23	29.9	30.7	31.4	33.9	36.1	36.1	36.1	
7	24	29.3	30.4	31.0	32.4	36.1	36.1	36.1	
7	25	28.8	29.9	30.6	32.0	35.5	35.5	36.1	
7	26	28.2	28.9	29.2	30.4	34.9	35.5	37.1	
7	27	27.3	28.0	28.3	30.2	34.4	35.5	35.8	
7	28	26.7	26.9	26.9	28.9	32.4	33.7	34.4	
7	29	25.0	26.6	26.5	27.3	27.1	27.3	34.2	
7	30	22.7	26.4	26.3	26.7	31.0	32.5	33.3	
7	31	21.5	26.5	26.1	26.5	30.2	31.6	32.3	49.6

Continuação Tabela 15.

Mês	Dia	Profundidade do solo (cm)							Água aplicada (mm)
		10	20	30	40	60	80	100	
8	1	36.0	36.0	36.1	36.1	36.1	36.1	36.1	8.3
8	2	34.7	36.0	36.1	36.1	36.0	36.0	36.0	
8	3	33.0	34.2	36.0	36.0	36.0	36.0	36.0	
8	4	31.7	32.9	35.8	36.0	36.0	36.0	36.0	
8	5	31.2	33.8	36.1	36.1	36.1	36.1	36.0	
8	6	29.3	31.2	32.7	34.7	35.5	36.1	36.0	
8	7	28.0	29.0	30.3	31.3	33.4	36.1	36.0	
8	8	27.2	27.7	28.4	29.9	32.4	35.1	36.1	
8	9	26.8	27.5	27.4	28.9	32.0	34.3	35.5	
8	10	26.6	27.2	26.8	28.0	32.0	34.3	35.1	
8	11	26.1	26.6	26.4	27.0	30.4	32.2	32.8	2.2
8	12	25.5	26.5	26.4	26.9	30.4	32.3	33.4	
8	13	23.9	26.1	26.1	26.6	29.6	31.9	32.7	
8	14	21.6	24.5	24.7	26.5	29.3	31.7	32.7	51.1
8	15	34.7	32.8	28.1	27.2	29.6	35.5	36.0	21.6
8	16	33.0	32.5	29.8	29.1	30.8	35.5	36.0	
8	17	30.6	29.6	27.6	29.9	30.8	34.3	34.7	
8	18	28.6	27.6	26.6	29.4	30.3	32.7	34.8	
8	19	27.1	27.4	27.7	29.6	29.7	32.2	34.2	
8	20	26.5	27.0	27.7	27.7	30.0	31.9	33.7	
8	21	26.3	27.3	25.9	25.8	29.5	31.5	33.0	
8	22	23.2	25.0	24.1	24.8	29.2	31.3	32.8	
8	23	28.1	26.3	23.1	24.1	29.2	30.8	32.2	
8	24	31.8	26.6	24.2	24.3	28.9	30.8	31.8	
8	25	29.5	27.7	24.3	24.3	28.9	30.7	31.7	
8	26	27.7	27.0	24.6	24.4	28.8	30.3	31.2	
8	27	26.9	27.2	24.8	24.6	29.0	30.3	31.1	
8	28	26.6	27.2	24.8	24.7	28.7	29.9	30.6	
8	29	26.5	27.0	24.8	24.8	28.6	29.8	30.5	
8	30	26.4	26.9	24.8	24.8	28.6	29.8	30.4	
8	31	26.5	27.6	24.8	24.8	28.7	29.7	30.5	
9	1	27.1	27.1	24.8	24.7	28.7	29.7	30.5	
9	2	28.4	26.7	24.7	24.6	28.3	29.4	30.0	
9	3	30.3	26.8	24.6	24.7	28.3	29.4	30.0	
9	4	26.7	26.1	24.7	24.9	28.3	29.3	30.0	
9	5	30.7	33.1	24.8	25.0	28.0	29.1	29.6	
9	6	34.0	36.1	28.8	25.3	28.2	29.2	29.9	
Total									324.40