

EFEITO DA PROFUNDIDADE DO LENÇOL FREÁTICO NAS CULTURAS DE SOJA, DE MILHO E DE ARROZ¹

LUCILENE MARIA DE ANDRADE² • ANTÔNIO EDUARDO G. DOS REIS³

RESUMO - Foi conduzido, em solo Gley Húmico, um estudo para avaliar a influência de diferentes profundidades do lençol freático na produção das culturas de soja, milho e arroz, e, assim, estabelecer o nível freático ótimo para obtenção de melhores produtividades. O experimento foi locado entre dois drenos com espaços, entre si, de 15 m, com o dreno superior cheio de água servindo como fonte de recarga, e o dreno inferior mantido vazio, estabelecendo-se assim um gradiente na linha freática, o qual foi associado à resposta das culturas. Os maiores rendimentos de milho foram obtidos onde o lençol freático se manteve entre 60 e 70 cm de profundidade. Não houve resposta do rendimento de grãos de soja e arroz às outras profundidades do lençol freático.

Termos para indexação: subirrigação, irrigação, drenagem.

EFFECT OF WATER TABLE LEVELS ON SOYBEAN, CORN AND RICE PRODUCTION

ABSTRACT - A field experiment was carried out in a Humic Gley soil (Haplaquept), to establish the optimum water table level for soybean, corn and rice production. The experiment was located between two drains spaced 15 m. The upper drain was filled out with water to be used as a recharge source, and the other drain was kept empty, therefore obtaining a water potential gradient between the drains, and the grain yield was related to the water table levels. The best corn yields were obtained when the water levels were located between 60 and 70 cm deep in the soil. No response was found for soybean and rice grain yield in relation to the other water table levels.

Index terms: subirrigation, irrigation, drainage.

INTRODUÇÃO

As várzeas são consideradas como uma alternativa viável à expansão da agricultura irrigada. Sua utilização depende, essencialmente, da eliminação do excesso de água que inibe ou reduz a produtividade das culturas estabelecidas. Vários programas governamentais direcionados para a propriedade privada de pequenos e médios produtores preocupam-se no sentido de aproveitar as áreas de várzeas para a produção de alimentos.

Estima-se uma ocorrência de, pelo menos, doze milhões de hectares de várzeas nos Cerrados, passíveis de serem incorporados ao processo produtivo e cujo maior impedimento à implementação é o excesso de água.

A plena recuperação e utilização dessas áreas está vinculada ao estabelecimento de um sistema eficiente de drenagem. A altura permissível do lençol freático em relação ao comportamento das culturas é de fundamental importância no dimensionamento deste sistema, desempenhando, ainda, relevante papel nos aspectos de manejo da água via subirrigação.

As informações disponíveis sobre o efeito da profundidade do lençol freático em culturas são escassas, e, via de regra, foram geradas em condições ambientais diferentes das encontradas no País. Wesseling (1974) mencionou que não existe um efeito direto do lençol freático sobre as culturas, mas sim um efeito indireto através da

¹ Aceito para publicação em 27 de novembro de 1991.

² Enga.-Agr., M.Sc., EMBRAPA/Centro de Pesquisa Agropecuária dos Cerrados (CPAC), Caixa Postal 08223, CEP 73301 Planaltina, DF.

³ Eng.-Agr., Ph.D., SENIR (Secretaria Nacional de Irrigação), SGAN, Q. 601, Lote 1, Edifício CODEVASF, CEP 70830 Brasília, DF.

manutenção de condições de umidade, de aeração e das propriedades térmicas do solo, favoráveis ao desenvolvimento das plantas.

Visser (1958) coletou as informações disponíveis na Holanda, em três anos sucessivos, sobre os efeitos do nível freático na produção das culturas. Os resultados foram apresentados em forma de tabelas e gráficos para as diversas classes texturais do solo, inclusive para a turfa. A faixa ótima do nível freático situou-se entre 30 e 80 cm. Níveis mais altos, resultaram em problemas de aeração; e mais baixos, em estresse hídrico. Wesseling (1974) citou que as culturas com desenvolvimento radicular superficial necessitam de um lençol freático mais próximo à superfície. Esta condição também é requerida em climas mais secos e, portanto, qualquer extrapolação de resultados deve ser feita dentro de critérios locais que contemplem o clima, o solo e a planta.

A escolha de uma profundidade média do nível freático afetando a produtividade de cada cultura ao longo de seu ciclo vegetativo foi sugerida e utilizada por Visser (1958). Desta maneira, as oscilações ou flutuações temporárias do lençol freático não interferem significativamente na resposta dos cultivos.

Williamson & Kriz (1970) compilaram as informações disponíveis sobre o efeito do lençol freático na produtividade das culturas e mencionaram a produtividade ideal de 60 cm para soja (sem adição de água via superfície do solo; solo de textura franca); 30 cm para o milho (sem adição de água via superfície do solo; solo de textura franca).

Resultados recentes revelaram que a cultura do milho é sensível a condições de excesso de água no solo, com prejuízos acentuados na produção de grãos, em função do tempo de inundação e da fase do ciclo vegetativo quando a inundação foi aplicada. Nesse estudo evidenciou-se que a fase mais sensível foi o florescimento, tendo causado redução no peso de grãos de 43,0%, 60,6% e 68,9% relacionados a 3, 6 e 9 dias de inundação, respectivamente. Recomenda, portanto, que o tempo de drenagem da zona radicular dessa cultura deve ser inferior a três dias (Cruciani 1985).

Resultados obtidos com a cultura do arroz semeada em área de várzea do CPAC-EMBRAPA, no período de outubro a novembro, mostraram que a variedade CICA 8 apresentou rendimentos superiores à IAC-899 e à BR-IRGA-409. Essa variedade não foi influenciada pelos métodos de irrigação utilizados (sub-irrigação e inundação), o mesmo não ocorrendo com as variedades IAC-899 e BR-IRGA-409, que apresentaram melhores resultados sob inundação (Rassini et al. 1987).

Steindorff & Righes (1986) afirmaram que o arroz de sequeiro, cultivar IAC 47, mostrou-se viável para ser cultivado em condições de várzea úmida, com rendimentos que variaram de 3.645 a 6.124 kg/ha. O melhor nível estático do lençol freático com subirrigação foi o de 66 cm de profundidade.

Este trabalho busca fornecer os parâmetros básicos sobre a profundidade do lençol freático e seu efeito nas culturas de soja, de milho e de arroz, para várzeas dos cerrados, objetivando o dimensionamento de sistemas de drenagem e o uso e manejo da água drenada através da subirrigação ou drenagem controlada.

MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi conduzido no campo experimental do Centro de Pesquisa Agropecuária dos Cerrados (CPAC-EMBRAPA), localizado em Planaltina, DF.

A pluviosidade média anual da região é em torno de 1.500 mm; 90% desta precipitação ocorre de outubro a março, quando também se verifica a ocorrência semi-regular de períodos de estiagem (veranicos) de duração variável, o qual tem comprometido a produção de culturas na região; ocorrem temperaturas amenas variando de 19 a 23°C. As condições de clima encontram-se representadas na Tabela 1.

O experimento foi instalado em várzea de relevo plano, onde predominavam solos mal e imperfeitamente drenados. Nos solos orgânicos, o lençol freático se mantinha na superfície do solo durante o ano todo, por ocorrer em partes de cotas mais baixas ou áreas abaciadas. Nas demais classes de solos, o nível do lençol freático apresentava variações, atingindo níveis indesejáveis no período das chuvas e mantendo-se assim por um longo tempo. Foram feitos então trabalhos de drenagem, estabelecidos segundo um padrão retangu-

TABELA 1. Condições climáticas no CPAC, durante o período experimental.

	Precipitação (mm)					Temperatura do ar (média) (°C)					Insolação (horas)				
	83	84	85	86	87	83	84	85	86	87	83	84	85	86	87
JAN	452,9	169,9	452,3	157,4	156,3	22,3	22,3	18,3	22,5	23,1	3,4	7,0	2,4	6,2	6,4
FEV	250,1	191,7	130,7	190,8	139,5	22,1	22,9	22,8	22,7	22,7	5,4	8,0	8,8	7,2	5,5
MAR	289,4	283,6	251,3	159,1	175,9	21,5	22,9	22,8	22,5	22,2	5,0	6,7	6,2	7,1	5,0
ABR	130,2	107,7	64,3	80,1	112,5	21,5	22,4	22,1	22,9	22,5	7,4	7,7	7,7	8,5	7,2
MAI	29,5	0,0	11,3	23,1	28,5	21,0	22,0	21,6	21,8	21,7	9,0	8,9	8,3	8,2	8,7
JUN	0,0	0,0	0,0	0,0	11,6	20,5	19,9	18,6	19,6	20,1	9,4	9,1	9,6	8,7	8,2
JUL	17,0	0,0	0,0	20,6	0,0	20,7	20,2	19,0	20,0	20,5	8,7	8,3	9,4	7,7	9,8
AGO	0,0	49,6	2,1	32,5	0,0	21,2	21,3	21,6	22,1	22,4	9,8	6,9	9,3	7,7	9,5
SET	24,2	114,9	17,5	19,1	66,4	23,5	21,5	22,9	22,3	23,7	7,2	6,8	7,3	7,9	7,6
OUT	205,5	104,8	134,3	154,9	56,6	22,3	22,9	23,0	22,8	24,1	5,6	6,8	5,7	6,2	7,5
NOV	250,8	140,4	164,5	75,1	197,1	22,1	22,6	22,4	22,7	22,8	3,6	7,2	5,2	7,7	3,9
DEZ	348,0	291,4	295,8	223,0	266,3	21,6	22,2	22,4	22,4	22,4	3,0	4,2	4,9	4,5	3,3
Média total anual	166,5	121,2	127,0	94,6	101,0	21,7	21,9	21,5	22,0	22,3	6,46	7,30	7,07	7,30	6,88

lar com drenos paralelos e um gradiente médio de 0,5%.

A análise granulométrica do solo da área experimental, classificado como Gley Húmico, encontra-se na Tabela 2. Pode-se notar que até 50 cm de profundidade sua classificação textural é franco, e de 50 a 80 cm é argiloso. A camada impermeável encontra-se entre 90 e 100 cm de profundidade.

As densidades aparente e real foram determinadas com amostras estruturadas (Tabela 3). A análise química do solo é mostrada na Tabela 4.

O experimento utilizou-se de metodologia própria,

estando locado entre drenos a espaços de 15 m. O fluxo de água de drenagem em um dos drenos foi interceptado durante o ciclo das culturas, elevando-se o nível do lençol freático, servindo, desse modo, como fonte de recarga, enquanto o outro era mantido vazio. Assim, estabeleceu-se um gradiente na linha freática, o qual foi associado à resposta das culturas.

Nas parcelas foram perfurados poços de observação, a espaços de 1 m em, linhas perpendiculares aos drenos, o que permitiu estabelecer os diferentes níveis freáticos, conforme a Fig. 1.

Tensões de água no solo foram medidas através de

TABELA 2. Análise granulométrica do solo.

Profundidade (cm)	Distribuição percentual				Classificação textural
	argila	silte	areia fina	areia grossa	
0 - 10	12	45	37	05	Franco
10 - 20	08	45	38	09	Franco-arenoso
20 - 30	14	33	47	06	Franco
30 - 40	07	30	61	02	Franco-arenoso
40 - 50	24	28	41	07	Franco-argilo-arenoso
50 - 60	46	22	30	02	Argiloso
60 - 70	56	14	25	05	Argiloso
70 - 80	54	18	24	04	Argiloso

TABELA 3. Densidade aparente, densidade real e porosidade total do solo.

Profundidade (cm)	Densidade g/cm ³		Porosidade total %
	real	aparente	
0 - 10	0,41	2,10	80
10 - 20	0,44	2,33	81
20 - 30	0,41	2,49	83
30 - 40	0,46	2,38	81
40 - 50	0,53	2,56	79
50 - 60	0,88	2,56	65
60 - 70	1,08	2,53	57
70 - 80	1,13	2,52	55

TABELA 4. Análise química do solo.

Identificação da amostra	pH (1:1)	Al me/100 ml	Ca+Mg me/100 ml	m.o. %	P Mehlich ppm	K ppm
0 - 10	5,6	0,30	5,76	14,50	20,9	79
10 - 20	5,2	0,74	2,88		9,2	73
20 - 30	5,2	1,08	2,46		7,7	46
30 - 40	5,2	0,96	2,68		8,2	43
40 - 50	5,0	1,84	1,40		4,2	31
50 - 60	4,7	3,20	1,20		3,3	11

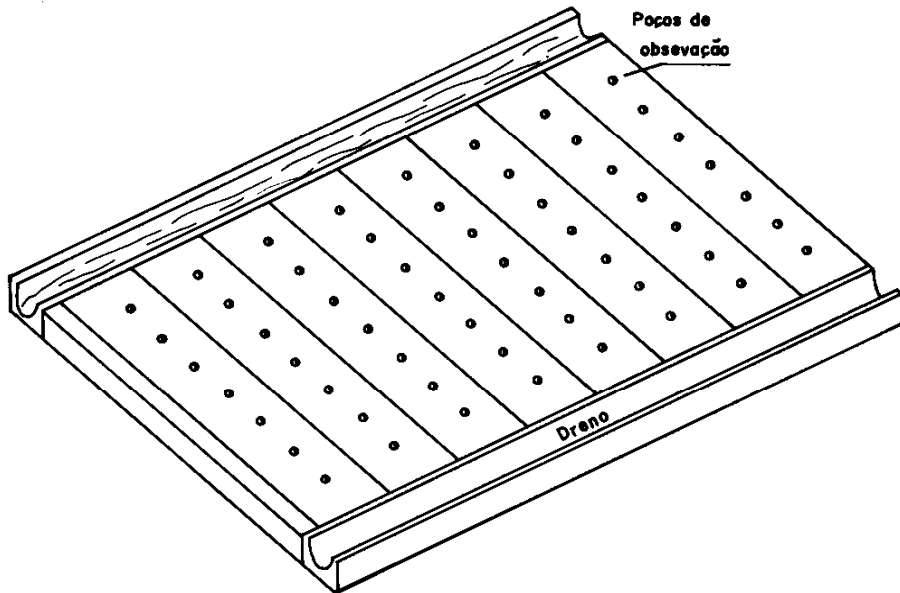


FIG. 1. Croqui do experimento.

tensiômetros em várias profundidades. Acredita-se que o lençol freático abastece as necessidades de água das culturas através do movimento capilar, visto que os valores de potenciais matriciais mantiveram-se constantemente abaixo de $-0,06$ MPa, considerando-se o valor crítico para algumas culturas.

O delineamento experimental utilizado foi inteiramente casualizado, no esquema de parcelas subdividi-

das, com subparcelas não casualizadas, em três repetições.

Foram estabelecidas as culturas de milho (cv. Dina 10), soja (cv. Savana) e arroz (cv. CICA 8). A semeadura foi manual, em fileiras distantes, entre si, 0,50 m para soja e arroz e 1,0 m para milho, no sentido paralelo aos drenos. As épocas de plantio e colheita foram:

	Plantio	Colheita
Milho	21.11.83	27.04.84
	24.10.85	24.03.86
	20.11.86	22.04.87
Soja	24.10.85	15.04.86
	20.11.86	04.05.87
Arroz	24.10.85	15.04.86
	20.11.86	15.05.87

Em função dos resultados da análise química do solo, foi feita a seguinte adubação: 400 kg/ha da fórmula 4-30-16; 40 kg/ha de sulfato de zinco, 40 kg/ha de FTE BR-12. Foram aplicados em cobertura 60 e 30 kg/ha de sulfato de amônio no primeiro e segundo ano, respectivamente, e 200 kg/ha de gesso no segundo plantio. Em 1986/87 foram aplicados 400 kg/ha da fórmula 2-30-16 em milho e arroz, 300 kg/ha da fórmula 0-20-20 em soja; 60 kg/ha de sulfato de amônio em arroz e milho, 60 kg/ha de cloreto de potássio e 1,5 t/ha de calcário em todas as culturas.

Para agrupar os diferentes níveis do lençol freático, utilizou-se a metodologia de análise de grupamentos desenvolvida por Scott & Knott (1974), visando a separação de grupamentos.

Usando os valores relativos à variável de produção medidos e calculados por ocasião da colheita, estabeleceram-se, por meio de análise de regressão, as funções de produção das culturas, que foram ajustadas com base no gradiente da linha freática. Verificou-se que a análise de regressão polinomial ortogonal ajustou-se bem sobre os dados observados.

Na colheita, os dados de campo foram tomados fileira por fileira. Este procedimento permitiu o agrupamento dos dados de diferentes formas, objetivando comprovar a melhor maneira de se colher o experimento com base nos diferentes grupamentos estatísticos.

A partir desse momento os dados foram agrupados da seguinte forma: a) fileira por fileira de milho; b) duas em duas fileiras de soja e arroz.

Para obtenção dos dados de número de vagens da soja com um grão, número de vagens com dois grãos, número de vagens com três grãos, número total de vagens, total de grãos e número médio de grãos por vagem, foram retiradas, ao acaso, seis plantas de cada parcela. As poucas vagens com quatro grãos encontradas foram incluídas no total de vagens e grãos.

Para se obter o número de grãos e o peso de grãos

por espiga, assim como o comprimento e o diâmetro da espiga de milho, foram retiradas ao acaso cinco espigas de cada tratamento.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A folhagem das plantas de soja mostrou-se clorótica inicialmente; entretanto, readquiriram a coloração esverdeada normal. Em todos os tratamentos, as plantas apresentaram amarelhecimento nas folhas. Kramer (1969) relatou que o amarelhecimento das folhas sugere senescência prematura, possivelmente acelerada pela redução no suprimento de hormônios por parte das raízes. Acrescenta, ainda, que, tão logo as raízes adventícias apareçam na altura da água, sobre o caule das plantas submetidas a solo inundado, a parte aérea recomeça o crescimento.

Observou-se maior altura de planta onde o lençol freático estava mais próximo à superfície do solo; posteriormente, os tratamentos igualaram-se. Segundo Barni et al. (1980), a soja cultivada em várzeas arroseiras drenadas e adubadas tende a apresentar um desenvolvimento vegetativo exuberante, favorecendo o acamamento, o que foi constatado neste trabalho. Carter & Hartwing (1967) também alertaram para problemas de acamamento em soja que podem ocorrer sempre que se usar água em excesso durante o crescimento vegetativo.

Verificou-se o surgimento de retenção foliar em todos os tratamentos e o aumento do ciclo vegetativo. Para Wang et al. (1980), a retenção foliar da soja teria como consequência principal a produção de um número insuficiente de sementes perfeitamente formadas. Neste sentido, Bergman (1959) e Kramer (1969) relataram que a deficiência de oxigênio ocasiona o bloqueio na velocidade de translocação dos nutrientes e produtos da fotossíntese na planta, tornando-se responsável pela retenção foliar e pelo consequente retardamento da maturação e colheita da soja.

Nem a produção de grãos de soja nem os componentes do rendimento estudados apresentaram diferenças significativas quanto à profundidade do lençol freático (Tabela 5).

TABELA 5. Valores médios de rendimentos e de componentes da produção da soja (cv. Savana) em função da profundidade do lençol freático (CPAC, 1985/86 e 1986/87).

Profundidade do lençol freático (cm)	Rendimentos (kg/ha)	Peso de 100 grãos (g)	Número de vagens			Números		
			Com 1 grão	Com 2 grãos	Com 3 grãos	Legumes/planta	Grãos/legume	
	30,7	3381	16,66	13,0	27,0	6,0	50,0	1,79
	38,0	3424	16,05	14,0	24,0	5,0	44,0	1,80
1985/86	45,0	3466	16,58	13,0	26,0	6,0	47,0	1,79
	52,7	3511	16,44	15,0	29,0	8,0	55,0	1,83
	59,0	3549	16,86	14,0	28,0	7,0	52,0	1,83
	69,5	3611	16,26	14,0	27,0	7,0	50,0	1,79
	45,7	3332	16,70	13,4	40,4	9,8	63,7	1,89
1986/87	50,8	3153	17,23	13,2	41,5	7,8	53,5	1,87
	55,4	3245	16,80	15,0	43,4	10,8	69,3	1,84
	60,3	2949	17,53	16,5	52,5	9,5	80,6	1,83
	66,1	2951	17,10	14,9	49,7	9,6	73,1	1,88
	70,9	2887	17,43	17,9	52,7	11,0	81,7	1,86
	75,4	3258	17,13	11,9	36,8	4,9	54,0	1,87

Os resultados mostraram que a soja resiste, sem comprometimento da produção aos diferentes níveis do lençol freático testados. Woudt & Hagan (1957) e Barni (1973) observaram a ocorrência de tecido aerenquimatosos na base do caule das plantas de soja submetidas a inundação, e concluíram que através desse tecido a planta absorve água, nutrientes e oxigênio para manter suas funções metabólicas e sobreviver, o que explica a diferença não significativa das produções aos níveis freáticos testados.

A influência do lençol freático no milho

mostrou diferenças nas reações das plantas desde os estádios iniciais da cultura. Quando o lençol freático era mantido a maiores profundidades, as plantas apresentaram uma coloração normal, e por outro lado, um aspecto clorótico, quanto mais o lençol freático se aproximava da superfície do solo, sintomas esses semelhantes aos da deficiência do N na cultura (Hoorn 1958), devido, provavelmente, a menor disponibilidade e absorção de N (Patrick & Wyatt 1964, Ponnampuruma 1964, Grable 1966, Smith 1977).

Observou-se que a altura da planta, a produção da palhada e o diâmetro do caule foram reduzidos nos locais mais úmidos; assim, o melhor desenvolvimento das plantas pode ser explicado pelas melhores condições de aeração e respiração do sistema radicular, o que concorda com Magalhães & Silva (1978).

A profundidade do lençol freático afetou o desenvolvimento de algumas características das plantas (Tabela 6). Nem o peso de 100 sementes foi afetado pelos tratamentos, nem o diâme-

tro de espigas. O comprimento de espigas e o número de espigas/m² tenderam a decrescer à medida que o lençol freático se aproximava da superfície do solo, embora essas diferenças não tenham sido estatisticamente significativas. O número de grãos por espiga e o peso de grãos por espiga tenderam a aumentar com o aumento da profundidade do lençol freático, principalmente no primeiro plantio. Segundo Joshi & Dastane (1966), o excesso de umidade no solo durante a formação das espigas interfere na fer-

TABELA 6. Componentes de produção de milho (cv. Dina 10) em função da profundidade do lençol freático (CPAC, 1983/84, 1985/86 e 1986/87).

Profundidade do Lençol freático (cm)	Peso de 100 grãos (g)	Número de espigas (m ²)	Número de grãos por espiga	Comprimento de espiga (cm)	Diâmetro de espiga (cm)	Peso grãos por espiga
18,0	31,73NS	9,25NS	428*	17,56NS	2,38NS	113,86**
24,4	31,77	9,33	437	18,09	2,41	117,89
31,3	28,77	9,41	447	18,17	2,51	112,24
38,0	31,00	9,49	457	17,92	2,48	126,45
1983/84 46,0	30,53	9,59	469	18,15	2,45	131,49
53,0	32,07	9,68	479	17,74	2,42	135,89
58,0	30,23	9,74	487	18,88	2,43	139,04
66,7	31,37	9,84	499	18,54	2,51	144,52
27,5	23,83NS	5,60NS	463NS	16,97***	2,44NS	122,50NS
35,6	23,50	5,83	448	17,26	2,47	123,42
40,0	25,63	5,72	463	17,41	2,50	123,49
1985/86 45,0	24,47	5,93	488	17,59	2,71	126,20
50,0	23,53	6,37	477	17,76	2,48	118,82
55,8	25,73	6,52	488	17,96	2,49	135,84
64,6	25,33	6,43	482	18,27	2,45	120,12
46,1	26,17NS	7,19NS	450NS	17,37NS	2,23NS	131,47NS
52,3	26,47	7,10	451	17,53	2,24	139,28
1986/87 57,1	26,57	7,29	438	18,25	2,27	138,95
60,4	25,98	7,52	481	18,52	2,24	147,17
64,1	26,76	7,57	470	17,53	2,24	148,12
69,3	27,50	7,90	453	17,93	2,25	146,46

NS - não-significativo

* Significativo ao nível de 1% de probabilidade $y = 401,6137 + 1,4687x$ $R^2 = 0,7356$

** Significativo ao nível de 1% de probabilidade $y = 102,5358 + 0,6294x$ $R^2 = 0,7994$

*** Significativo ao nível de 5% de probabilidade $y = 16,0128 + 0,0349x$ $R^2 = 0,5624$

tilização dos óvulos, e, posteriormente, na acumulação de reservas nos grãos.

A influência da profundidade do lençol freático na produção de milho foi semelhante nos três anos de plantio (Fig. 2), porém não no mesmo grau; esse efeito é, provavelmente, resultado de variações da profundidade do lençol

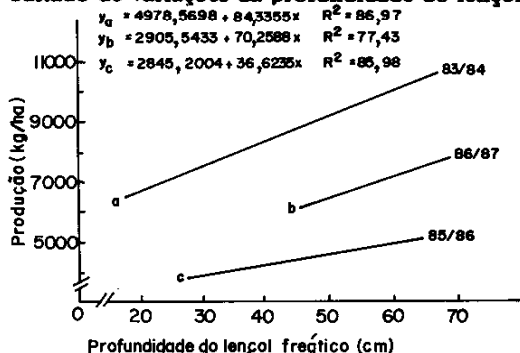


FIG. 2. Produção de grãos de milho (cv. Dina-10) em relação à profundidade do lençol freático.

freático encontradas entre os três anos, e de outras condições climáticas. Observou-se um aumento no rendimento de grãos com o abaixamento do lençol freático. Esses resultados são semelhantes aos observados por Williamson (1964), Lal & Taylor (1969) e Follet et al. (1974).

Segundo a literatura (Woudt & Hagan 1957, Bergman 1959, Grable 1966, Kramer 1969), inúmeros são os fatores secundários desencadeados pela falta de oxigênio na zona radicular, os quais são responsáveis por uma série de alterações na fisiologia dos vegetais. A interação de todos esses fatores pode ter sido a causa dos efeitos observados sobre o rendimento do milho.

Não houve diferença significativa no rendimento de grãos do arroz, em relação aos diferentes níveis do lençol freático (Tabela 7), embora em 1985/86 se observe tendência a uma maior produção onde o lençol freático se encontrava a menores profundidades, observan-

TABELA 7. Valores médios de rendimento e de componentes da produção do arroz (cv. Cica 8) em função da profundidade do lençol freático (CPAC, 1985/86 e 1986/87).

Profundidade do lençol freático (cm)	Rendimentos (kg/ha)	Peso 100 grãos (g)	Perfilhos/m ²	Paniculas/m ²	Altura planta (cm)	
	31,5	4582NS	2,55*	439**	412***	47,1NS
	37,5	4108	2,52	448	423	46,7
1985/86	45,6	3805	2,47	461	436	46,3
	54,0	4045	2,42	474	450	45,8
	62,4	3787	2,37	487	464	45,4
	49,1	3649NS	2,52NS	677NS	528NS	67,1NS
	55,0	3115	2,18	797	500	67,4
1986/87	60,0	2873	2,46	758	502	72,3
	63,8	3187	2,41	739	611	67,5
	66,4	2957	2,48	603	473	67,0
	70,5	3349	2,31	739	577	65,3

NS - não-significativo

* Significativo ao nível de 1% de probabilidade

** Significativo ao nível de 5% de probabilidade

*** Significativo ao nível de 10% de probabilidade

$$y = 2,7430 - 0,0059x \quad R^2 = 0,7092$$

$$y = 389,4357 + 1,5720x \quad R^2 = 0,9270$$

$$y = 359,6060 + 1,6809x \quad R^2 = 0,9370$$

do-se o mesmo quanto à altura das plantas.

Vale ressaltar que em 1986/87 houve um forte ataque de *Helminthosporium* no arroz, que reduziu, a produção.

Vários pesquisadores (Pande & Mitra 1970, Cheaney 1973, Duarte et al. 1974) mostraram que a produtividade do arroz irrigado por inundação é superior à obtida em solos saturados ou com menor teor de umidade.

A profundidade do lençol freático teve efeito significativo sobre alguns componentes de produção (Tabela 7). Em 1985/86 verificou-se maior número de perfilhos onde o lençol freático estava mais distante da superfície do solo, bem como maior número de panículas. Para o peso de 100 grãos, foi verificado aumento quando o lençol freático se aproximava da superfície do solo, o que não ocorreu em 1986/87. Esse efeito pode ser atribuído às diferentes variações de profundidade do lençol freático encontradas entre os dois anos.

Os resultados de investigações realizadas em vários países em diferentes condições de cultivo para determinar a influência da água sobre os estádios de crescimento e rendimentos do arroz são contraditórios, e foi encontrado que os rendimentos em solos saturados ou inundados tiveram tendência a serem mais altos que em solos secos (Hernandez 19--).

CONCLUSÕES

1. O esquema experimental utilizado foi adequado aos objetivos dos experimentos, permitindo estabelecer e diferenciar diversos níveis freáticos e relacioná-los com a resposta das culturas.

2. A produção de grãos de soja, e os componentes do rendimento estudados não apresentaram diferenças significativas em relação à profundidade do lençol freático. Assim, a variedade testada pode ser cultivada indiferentemente, em profundidades do lençol freático de 30 a 70 cm.

3. O rendimento de grãos de milho variou em função da profundidade do lençol freático. Os maiores rendimentos foram obtidos onde o lençol freático se manteve a maiores profundidades, em torno de 60 a 70 cm.

4. Não houve diferença significativa no rendimento de grãos do arroz, em relação aos diferentes níveis do lençol freático, embora tenha-se observado uma tendência de maior produção quando o lençol estava mais próximo à superfície.

REFERÊNCIAS

- BARNI, N.A. Efeitos de períodos de inundação sobre o rendimento de grãos e características agrônomicas da soja (*Glycine max* (L.) Merrill), em terras de arroz. *Agronomia Sulriograndense*, Porto Alegre, v.10, n.1, p.73-85, 1973.
- BARNI, N.A.; GOMES, J.E. da S.; GONÇALVES, J.C. Respostas de variedades de soja ao cultivo em planossolos hidromórficos. *Agronomia Sulriograndense*, Porto Alegre, v.16, n.1, p.57-66, 1980.
- BERGMAN, H.F. Oxygen deficiency as a cause of disease in plants. *Botanical Review*, Plainfield, N.I., v.25, n.3, p.417-485, 1959.
- CARTER, J.L.; HARTWING, E.E. The management of soybeans. In: NORMAN, A.G. (Ed.). *The soybean: genetic, breeding, nutrition, management*. New York: Academic Press, 1967.
- CHEANEY, R.L. O manejo d'água. *Lavoura Arrozeira*, v.26, p.36-48, 1973.
- CRUCIANI, D.E. Caracterização agrônômica do coeficiente de drenagem para elaboração de projetos com cultura de milho (*Zea mays* L.). *Irrigação e Tecnologia Moderna - ITEM*, Brasília, v.22, p.28-31, 1985.
- DUARTE, E.F.; BRITO, D.P.P.S.; MENEGUELLI, Z.A. Efeitos dos sistemas de irrigação por inundação contínua e sob a forma de umedecimentos do solo até a saturação, sobre cultivares de arroz (*Oryza sativa*), na Baixada Fluminense. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, v.9, n.10, p.107-111, 1974.
- FOLLET, R.F.; ALLMARAS, R.R.; REICHMAN, G.A. Distribution of corn roots in sandy soil with a declining water table. *Agronomy Journal*, v.66, p.288-292, 1974.
- GRABLE, A.R. Soil aeration and plant growth. *Advances in Agronomy*, v.18, p.57-106, 1966.
- HERNANDEZ, L.J. Influencia del agua en el cultivo del arroz. In: CURSO DE CAPACITACION

- SOBRE EL CULTIVO DEL ARROZ.** Lambayeque, Perú. 1969. [S.l.:s.n., 19--].
- HOORN, J.W. Van.** Results of ground water level experimental field with arable crops on clay soil. Netherlands. *Journal of Agricultural Science*, v.6, p.1-10, 1958.
- JOSHI, M.S.; DASTANE, N.G.** Studies in excess water tolerance of crops plants. *Indian Journal of Agronomy*, v.11, p.70-79, 1966.
- KRAMER, J.P.** *Plant and soil water relationships: a modern synthesis*, New York: McGraw-Hill Book, 1969. 482p.
- LAL, R.; TAYLOR, G.S.** Drainage and nutrient effects in a field lysimeter study: I. Corn yield and soil conditions. *Soil Science Society of America Proceedings*, v.33, p.937-941, 1969.
- MAGALHÃES, A.C.; SILVA, W.L. da.** Determinantes genéticos-fisiológicos da produtividade do milho. In: **PATERNIANI, E.** *Melhoramento e produção do milho no Brasil*. Piracicaba, SP: ESALQ/Marprint, 1978. Cap. 10, p.349-371.
- PANDE, H.K.; MITTRA, B.N.** Response of lowland rice to varying levels of soil, water, and fertility management in different seasons. *Agronomy Journal*, v.62, n.2, p.197-199, 1970.
- PATRICK, J.R.W.H.; WYATT, R.** Soil nitrogen loss as a result of alternate submergence and drying. *Soil Science Society of America Proceedings*, v.28, p.647-653, 1964.
- PONNAMPERUMA, F.N.** Dynamic aspects of flooded soil and nutrition of the rice plant. In: **IRRI.** *The mineral nutrition of the rice plant*. Baltimore: Johns Hopkins, 1964. p.285-328.
- RASSINI, J.B.; LEITE, J.C.; REIS, A.E.G. dos.** Avaliação de culturas anuais em várzeas. In: **EMBRAPA.** *Centro de Pesquisa Agropecuária dos Cerrados (Planaltina, DF). Relatório Técnico Anual do Centro de Pesquisa Agropecuária dos Cerrados 1982-1985*, Planaltina, 1987. p.242-243.
- SCOTT, A.J.; KNOTT, M.** A cluster analysis method for grouping means in the analysis of variance. *Biometrics*, v.30, n.3, p.507-512, 1974.
- SMITH, K.A.** Soil aeration. *Soil Science*, v.123, p.284-291, 1977.
- STEINDORFF, A.P.; RIGUES, A.A.** Comportamento do arroz de sequeiro em várzeas com subirrigação e inundação. In: **CONGRESSO NACIONAL DE IRRIGAÇÃO E DRENAGEM, 7.**, 1986, Brasília. *Anais...* Brasília: ABID, 1986. v.2, p.585-606.
- VISSER, W.C.** *De landbouwater huishouding in Nederland*. [S.l.:s.n.], 1958. 231p. (Comm onderz landb. Waterwisch. Ned. TNO Rapport, 1).
- WANG, S.R.; WANG, G.M.; GARCIA, A.** Estudo dos fatores que causam a retenção foliar de soja. In: **REUNIÃO DE PESQUISA DE SOJA DA REGIÃO SUL, 8.**, Cruz Alta. *Ata*. Porto Alegre: FECOTRIGO, 1980, p.332.
- WESSELING, J.** Crop growth and wet soils. In: **SCHILFGAARDE, J. Van.** (Ed.). *Drainage for Agriculture*. Madison: American Society of Agronomy, 1974. p.7-37.
- WILLIAMSON, R.E.** The effect of root aeration on plant growth. *Soil Science Society Proceedings*, v.28, p.86-90, 1964.
- WILLIAMSON, R.E.; KRIZ, G.L.** Response of agricultural crops to flooding, depth of water table, and gaseous composition. *Amer. Soc. Agr. Eng., Trans.*, v.13, p.216-220, 1970.
- WOUTT, B.D. VAN'T; HAGAN, R.M.** Crop responses at excessively high soil moisture levels. In: **LUTHIN, J.N.** (Ed.). *Drainage of agricultural lands*. Madison, Wisconsin: American Society of Agronomy, 1957. p.514-578.