

# Manejo do solo e da cultura para minimizar o efeito da deficiência hídrica na produtividade do arroz de sequeiro

Luis Fernando Stone <sup>1/</sup>  
Silvio Steinmetz <sup>2/</sup>  
Alberto Baêta dos Santos <sup>2/</sup>

*O arroz de sequeiro é uma cultura de grande importância econômica e social para o Brasil. Sua produção concentra-se nos estados da região Centro-Oeste, Maranhão, Minas Gerais, São Paulo e Paraná. Na maioria destes estados o seu cultivo é feito em áreas de cerrado e, em grande parte, na abertura de novas áreas. Em muitas dessas regiões, o risco de perdas na produção é bastante acentuado, devido à ocorrência de períodos de estiagem (veranicos) durante a estação chuvosa.*

*Na região do cerrado, além da ausência (total ou parcial) das chuvas durante o veranico, outros fatores concorrem para agravar o déficit hídrico das plantas, tais como: alta demanda evapotranspirativa, baixa capacidade de retenção de água dos solos e desenvolvimento radicular superficial.*

*Neste trabalho, pretende-se caracterizar a importância de algumas técnicas de manejo do solo e da cultura, visando diminuir a influência do veranico na produtividade do arroz de sequeiro.*

## ÉPOCA DE PLANTIO

Steinmetz et al (1982) mostraram que a probabilidade de ocorrência de períodos favoráveis de chuva, que são aqueles em que a probabilidade de ocorrência de chuva maior que 50 mm/10 dias é superior a 66,7%, é bastante variável, nas distintas regiões produtoras de arroz de sequeiro. Na Figura 1 é apresentada a distribuição destes períodos para cinco localidades representativas de regiões produtoras do Brasil. Observa-se que há uma tendência de diminuir o número de períodos favoráveis no sentido norte-sul, caracterizando diferentes graus de risco de cultivo, para condições semelhantes de armazenamento de água no solo. Através de dados deste tipo, pode-se inferir sobre as épocas de plantio mais apropriadas,

<sup>1/</sup> Eng<sup>o</sup> Agr<sup>o</sup> - D.S., Pesquisador/EMBRAPA/CNPAF, Caixa Postal 179 - 74.000 - Goiânia-GO  
<sup>2/</sup> Eng<sup>o</sup> Agr<sup>o</sup> - M.S., Pesquisador/EMBRAPA/CNPAF, Caixa Postal 179 - 74.000 - Goiânia-GO

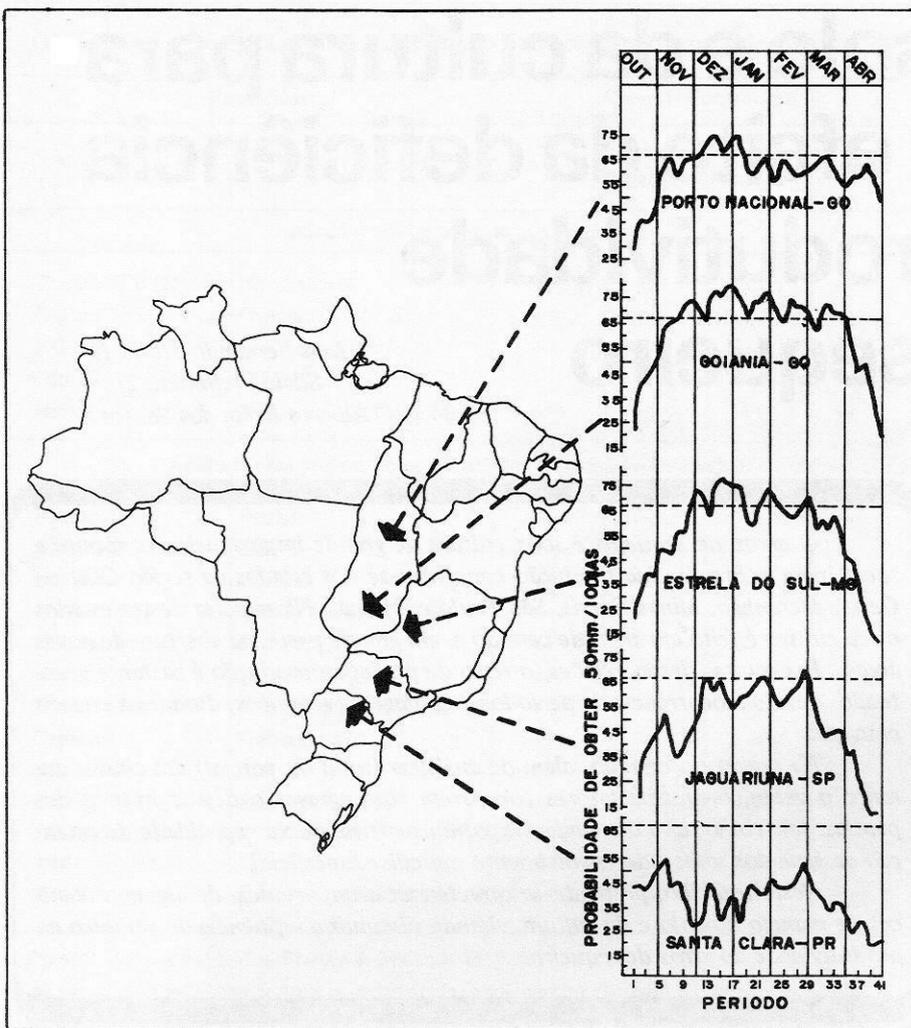


Fig. 1 – Probabilidade de obter 50mm de chuva em 10 dias (com incremento de 5 em 5 dias), durante o período de cultivo do arroz de sequeiro

Fonte: Steinmetz et al (1982)

fazendo com que os períodos críticos da cultura ao déficit hídrico coincidam com os períodos de maior probabilidade de ocorrência de chuva. Entretanto, é através de um balanço hídrico que se tem uma visão mais apropriada da influência da época de plantio, no grau de satisfação das necessidades de água das plantas (GSNA), expresso por  $E_{Tr}/E_{Tm}$ , sendo  $E_{Tr}$  a evapotranspiração real e  $E_{Tm}$  a evapotranspiração máxima. A área de Agrometeorologia do CNPAF está utilizando programas de computador para avaliar as características do regime pluviométrico, bem como do balanço hídrico da cultura de arroz. Um exemplo da aplicação do modelo de balanço hídrico é apresentado na Figura 2. Observa-se a influência da época de plantio no GSNA de cultivares de arroz de ciclos distintos para a localidade de

Tupaciguara - MG. Os dados (dez anos de chuva diária) foram enviados pelo Sr. Fradique H. de Souza, do escritório local da EMATER. Utilizou-se um valor de reserva útil (água do solo na zona radicular disponível para as plantas) igual a 50 mm e uma quantidade mínima de 20 mm de chuva por cinco dias para o plantio. A Figura 2 mostra que: 1) os valores do GSNA durante o ciclo são sempre mais elevados para a cultivar precoce (110 dias) do que para a de ciclo médio (130 dias); 2) para ambas as cultivares, os plantios de meados de outubro são os mais recomendados; 3) para uma cultivar de ciclo curto, a melhor época de plantio seria a compreendida entre 15/10 e 15/11. A segunda melhor seria de 20/11 a 20/12 (Figura 2, curva a). A partir desta data, o risco climático seria bem mais elevado.

Se for utilizada a relação  $E_{Tr}/E_{Tm}$  durante a floração para definir a época de plantio, verifica-se que a tendência é a mesma, embora com diferenças muito mais acentuadas entre as épocas de plantio. Neste caso, embora a data limite de plantio ainda seja 10/12, a primeira época de plantio (15/10) seria, com grande vantagem, a melhor de todas (Figura 2, curva b); 4) para uma cultivar de ciclo médio, a melhor época de plantio é também a de 15/10. O segundo melhor período seria até 30/11. Após esta data, o risco climático seria bastante acentuado (Figura 2, curvas c e d).

A indicação das melhores épocas de plantio não deve ser encarada como a única solução para os problemas de risco climático da cultura. Existem outras técnicas de manejo, como será visto a seguir, que contribuem para minimizar o efeito do veranico. Entretanto, estas

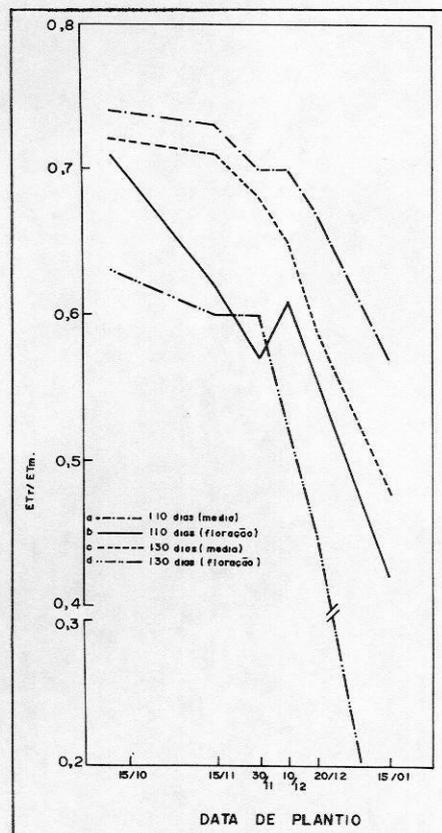


Fig. 2 – Efeito da época de plantio no grau de satisfação das necessidades de água da planta ( $E_{Tr}/E_{Tm}$ ) para cultivares de arroz de ciclo curto (110 dias) e ciclo médio (130 dias), na localidade de Tupaciguara-MG

informações podem ser úteis para se tirar melhor proveito do regime de chuvas de uma região. Estes dados também não devem ser extrapolados para outras regiões muito afastadas.

O CNPAF está avaliando o risco climático do plantio do arroz em distintas regiões do Brasil, assim como está procurando identificar as melhores épocas de plantio para cada região.

### PREPARO DO SOLO

Um bom preparo do solo é essencial para promover um enraizamento mais profundo, o qual permitirá à planta explorar maior volume de solo e, conseqüentemente, maior quantidade de água. Além disto, ele favorece a infiltração de água no solo, reduzindo o escoamento superficial e minimizando os problemas de erosão. O preparo superficial do solo com grade aradora é uma prática que está sendo amplamente utilizada na região Centro-Oeste do Brasil, para a cultura do arroz. O uso desta prática, por anos seguidos, pode levar à formação de uma camada impermeável abaixo da camada superficial, conhecida como "pé de grade". A pressão produzida por tratores pesados e implementos também conduz à compactação do solo. Nestes casos, torna-se necessário o uso da subsolagem ou de um preparo mais profundo do solo. A subsolagem, ao romper a camada impermeável, possibilita um maior aprofundamento do sistema radicular e aumenta a capacidade de armazenamento de água do solo, o que pode ser de grande importância durante um período de veranico. Esta prática produz melhores resultados quando o solo está duro e seco, pois, quando úmido, forma-se uma valeta compacta de pouca utilidade (Stone & Gulvin 1975). Stone et al (1980) verificaram um acréscimo médio de 11% na produção do arroz pelo uso da subsolagem, em comparação com o preparo convencional (uma aração + duas gradagens) (Quadro 1).

Em experimentos conduzidos em dois tipos de solo, latossolo roxo e podzólico vermelho-amarelo orto, onde foram testados tipos de arado, profundidade e intensidade da aração, Benatti et al (1981 a,b) verificaram que o melhor preparo do solo para o arroz foram

QUADRO 1 – Médias da Produção de Grãos da Cultivar de Arroz IAC 47 em Quatro Tratamentos de Práticas Culturais		
Tratamento	Produção	
	kg/ha	%
Preparo convencional <sup>1</sup>	3100	100
Subsolagem <sup>1</sup>	3450	111
Incorporação de calcário a 30 cm <sup>1</sup>	3560	115
Plantio direto <sup>2</sup>	2300	74

Fonte: Stone et al (1980) – Adaptado.

1 = Média de três experimentos.  
2 = Média de dois experimentos.

duas arações profundas (30 cm) com arado de aiveca.

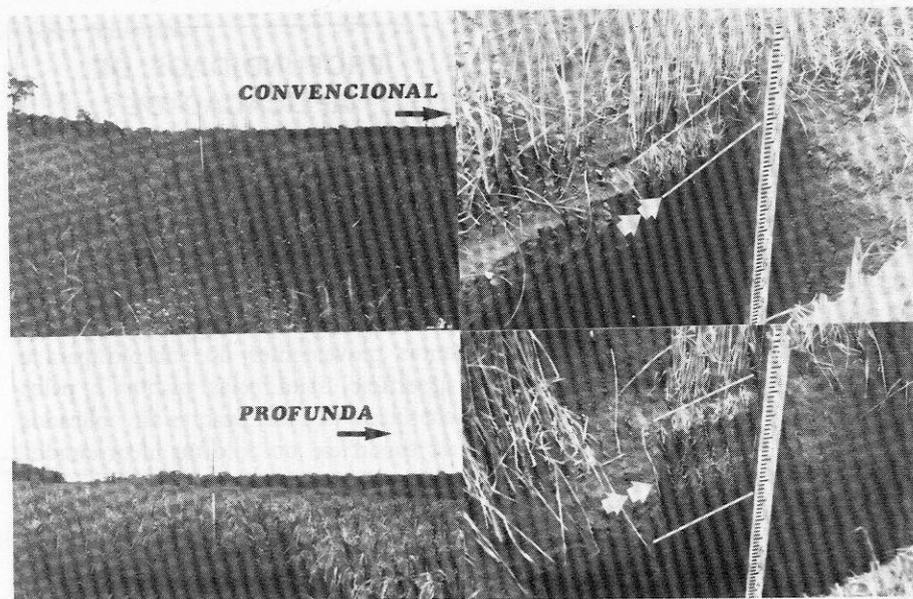
Uma técnica de preparo do solo, que vem sendo testada com êxito no CNPAF, consiste da aração após a pré-incorporação dos restos culturais. A aração pode ser feita com o terreno úmido ou seco. No primeiro caso, a pré-incorporação é feita com grade aradora, seguida, se necessário, de uma grade niveladora. Depois, faz-se a aração com arado de aiveca ou de disco. Não é ne-

cessário gradear antes do plantio. No segundo caso, a pré-incorporação também é feita com grade aradora. A aração é feita em seguida, passando-se, por último, uma grade niveladora. Nos dois casos, há um preparo mais profundo do solo em relação ao preparo convencional, uma quebra e divisão dos restos culturais para melhor decomposição posterior e criação de excelente porosidade. Isto possibilita um bom armazenamento de água e um enraizamento profundo, fazendo com que a cultura suporte melhor um período de estiagem. Além disto, a erosão laminar é reduzida porque há maior infiltração da água e, também, a população de ervas daninhas é menor, pois as suas sementes são colocadas mais profundamente no solo.

### PLANTIO DIRETO

A conservação da água do solo geralmente é citada como uma das maiores vantagens do plantio direto. Os restos culturais que ficam na superfície do solo servem como barreira à perda de água por evaporação. Além disto, eles aumentam a rugosidade superficial, reduzindo a velocidade e o volume do escoamento superficial, favorecendo a infiltração e aumentando a água disponível para as plantas.

Para que o solo mantenha uma boa



Comparação entre os sistemas convencional e profundo de preparo do solo

taxa de infiltração é necessário que ele seja poroso, preferencialmente com macroporos, e que a estabilidade dos seus agregados seja elevada, a fim de que eles não se desfaçam durante uma chuva, o que ocasionaria o entupimento dos poros da superfície (selamento superficial). O revolvimento excessivo do solo destrói a sua estrutura, diminuindo o tamanho dos agregados, fazendo surgir camadas de menor permeabilidade no perfil e, portanto, desfavorecendo o processo de infiltração e criando condições propícias ao escoamento superficial.

No plantio direto, a cobertura do solo pelos restos culturais protege-o do impacto direto das gotas de chuva. Além disto, de acordo com Roth & Vieira (1983), em todas as condições em que esta prática tem sido estudada, o solo próximo da superfície (0-20 cm) apresentou maior estabilidade estrutural, além de maior densidade aparente e menor volume de poros totais e macroporos, quando comparado com o preparo convencional. À primeira vista, este comportamento não é o mais favorável para permitir altos índices de infiltração. Porém, segundo estes autores, aliando-se o efeito da cobertura vegetal ao de maior estabilidade estrutural, a infiltração da água tem sido mais elevada no plantio direto do que em outros sistemas de preparo do solo, ocasionando menor perda de água por escoamento superficial.

Vários pesquisadores (Blevins et al 1971, Tyler & Overton 1982) têm observado maior conteúdo de água no solo, no sistema de plantio direto, do que em outros sistemas de preparo do solo. Esta maior quantidade de água armazenada no perfil do solo pode minimizar os efeitos de curtos períodos de estiagem. Stone et al (1980), entretanto, não observaram diferenças significativas entre o plantio direto e o preparo convencional, com relação ao conteúdo de água do solo durante a fase reprodutiva da cultura do arroz. Convém salientar que os restos culturais reduzem significativamente a evaporação da água do solo durante os estágios iniciais de uma cultura. À medida que as plantas crescem e cobrem a superfície do solo, a evaporação torna-se um fator de menor importância, e a transpiração passa

a ser o fator principal de perda de água. Neste estágio, as diferenças entre o plantio direto e o preparo convencional tendem a diminuir.

Com relação à produtividade, os resultados são variáveis, dependendo das condições em que foi realizado o plantio direto. Ortoloni et al (1983) relatam que não houve diferenças significativas na produtividade das culturas de milho, soja e trigo no sistema de plantio direto e no sistema convencional. Já Stone et al (1980) observaram uma certa redução na produtividade do arroz no sistema de plantio direto quando comparado ao preparo convencional (Quadro 1). Estes autores atribuíram esta redução à limitação do desenvolvimento radicular, devido à compactação do solo. Curfs (1976) também observou que o plantio direto reduziu o crescimento das raízes do arroz.

O plantio direto não é uma prática que possa ser adotada de maneira indiscriminada para todo tipo de solo. As experiências com esta técnica na cultura do arroz são poucas. Entretanto, resultados de experimentos conduzidos no CNPAF indicam que o desempenho da cultura neste sistema de cultivo melhora com o passar dos anos.

Entre os requisitos para se obter sucesso com o plantio direto, está o de um bom preparo do solo, preparo profundo e até subsolagem, se necessária, antes de começar usar esta prática.

### PROFUNDIDADE DE APLICAÇÃO DE ADUBO E CALCÁRIO

A concentração de nutrientes é geralmente mais elevada na camada superficial do solo, devido à acumulação de matéria orgânica e à reciclagem de nutrientes provenientes do subsolo para a superfície, feita pelas plantas e pelos anelídeos. Os fertilizantes são aplicados na superfície do solo ou incorporados na profundidade da aração e lá permanecem, devido à adsorção às argilas e matéria orgânica. Somente os nitratos, sulfatos e cloretos são prontamente passíveis de lixiviação. Como, durante um período de estiagem, a planta extrai água de camadas progressivamente mais

profundas, onde o suprimento de nutrientes é mais baixo, elas absorvem menos nutrientes durante os períodos de deficiência hídrica. Isto é comprovado pela melhor resposta das culturas à adubação profunda (20 a 25 cm), do que à superficial ou a lanço, em anos de baixa precipitação pluviométrica (Viets Jr. 1972). Em anos com adequada precipitação, a profundidade de adubação teve pouco ou nenhum efeito (Block 1966). Patrick Jr. et al. (1959) observaram, para as culturas de algodão e milho, que o preparo do solo e a adubação profundos permitiram um maior enraizamento e o uso da água de camadas mais profundas, em anos em que ocorreu deficiência hídrica.

Estudos conduzidos no CNPAF, com a cultura do feijoeiro, mostraram que a adubação profunda, por estimular o desenvolvimento radicular, é uma prática eficiente na redução dos riscos de veranico e permite melhor utilização do fertilizante aplicado. Em condições de deficiência hídrica, a adubação profunda (15 cm) aumentou o rendimento do feijoeiro em 75% em relação à adubação convencional. Com irrigação suplementar, o aumento foi de 15% (EMBRAPA/CNPAF 1982). Para a cultura do arroz, Santos et al, no prelo, observaram um aumento de 10% na produção pela aplicação de adubo a 20 cm de profundidade.

Outro aspecto a ser considerado é que, em solos com subsolo altamente ácido, deficiente em cálcio e com concentrações tóxicas de alumínio, como muitos solos de cerrado, que restringem o desenvolvimento radicular, a correção da acidez pela calagem profunda pode promover o crescimento das raízes. Em experimentos conduzidos no CPAC, com a cultura do milho, foi observado que, nas parcelas em que foi feita incorporação de calcário a 30 cm de profundidade, o rendimento do milho foi 30% maior do que o das parcelas em que a incorporação foi superficial. Isto foi consequência da modificação do pH, que permitiu à cultura aprofundar suas raízes e extrair maior quantidade de água e nutrientes, resultando em uma diminuição de riscos de estresse hídrico durante os veranicos (EMBRAPA/CPAC 1976). Na cultura do arroz, Stone et al. (1980) verificaram um aumento médio

de 15% na produção pela incorporação de calcário até 30 cm de profundidade (Quadro 1), em experimentos conduzidos no CNPAF.

### ADUBAÇÃO NITROGENADA

A aplicação de altas doses de nitrogênio geralmente aumenta o crescimento vegetativo e o índice de área foliar do arroz (Fagade & De Datta 1971, Stone & Steinmetz (1979). Isto causa um aumento no uso da água (Brunini et al 1981 e Stone et al 1979), o que pode acentuar os efeitos de deficiência hídrica durante um período de estiagem (Black 1966).

Em experimentos conduzidos no CNPAF, Stone et al (1979) verificaram que o arroz respondeu à adubação nitrogenada, quando a distribuição pluviométrica, durante a fase reprodutiva da cultura, foi adequada. Em condições de deficiência hídrica não houve resposta da produção de grãos à aplicação de nitrogênio. Santos et al (no prelo) também observaram que a deficiência hídrica afeta a resposta do arroz ao nitrogênio. Observa-se, na Figura 3, que, em condi-

ções de deficiência hídrica severa ou mediana, a produção do arroz diminuiu com o incremento dos níveis de nitrogênio. Por outro lado, quando a deficiência hídrica foi suave, houve um pequeno acréscimo na produção, com a aplicação de 30 kg de N/ha. Estes autores concluem que, nas regiões mais sujeitas à ocorrência de deficiência hídrica, devem-se usar, no máximo, 25 a 30 kg de N/ha.

### DENSIDADE POPULACIONAL

Através da combinação do espaçamento entre linhas com a densidade de plantas na linha, obtém-se a população de plantas por unidade de área. Este fator governa, em grande parte, a competição por nutrientes, água, luz e CO<sub>2</sub>.

Trabalhos conduzidos no Paraná (IAPAR 1980) e em Goiás (Bueno et al 1981) têm demonstrado que o espaçamento e a densidade são influenciados pela precipitação pluviométrica. Em condições de má distribuição pluviométrica, a população de plantas de arroz não deve ser elevada. Isto porque, em

caso de ocorrência de veranico, uma população elevada, com grande volume de massa verde, provocaria maior demanda de água e, conseqüentemente, seria mais prejudicada com a estiagem. Brunini et al (1981) observaram que, no espaçamento de 30 cm entre linhas, a demanda de água da cultura de arroz IR-665 foi 23% superior à verificada no espaçamento de 60 cm. Para a cultivar IAC 1246, este acréscimo foi de apenas 5%. Também em condições favorecidas, populações elevadas, no caso de cultivares de porte alto, contribuem para um maior número de plantas acamadas, além de alterar o microclima da cultura, favorecendo o aumento da brusone. De maneira geral, para as cultivares de ciclo curto recomenda-se o uso de 60 a 70 sementes aptas por metro linear, no espaçamento de 50 cm entre linhas. Para as de ciclo médio, 50 a 60 sementes por metro linear, no mesmo espaçamento.

### PROFUNDIDADE DE SEMEADURA

A profundidade de semeadura deve situar-se em torno de 3 a 5 cm. Quando

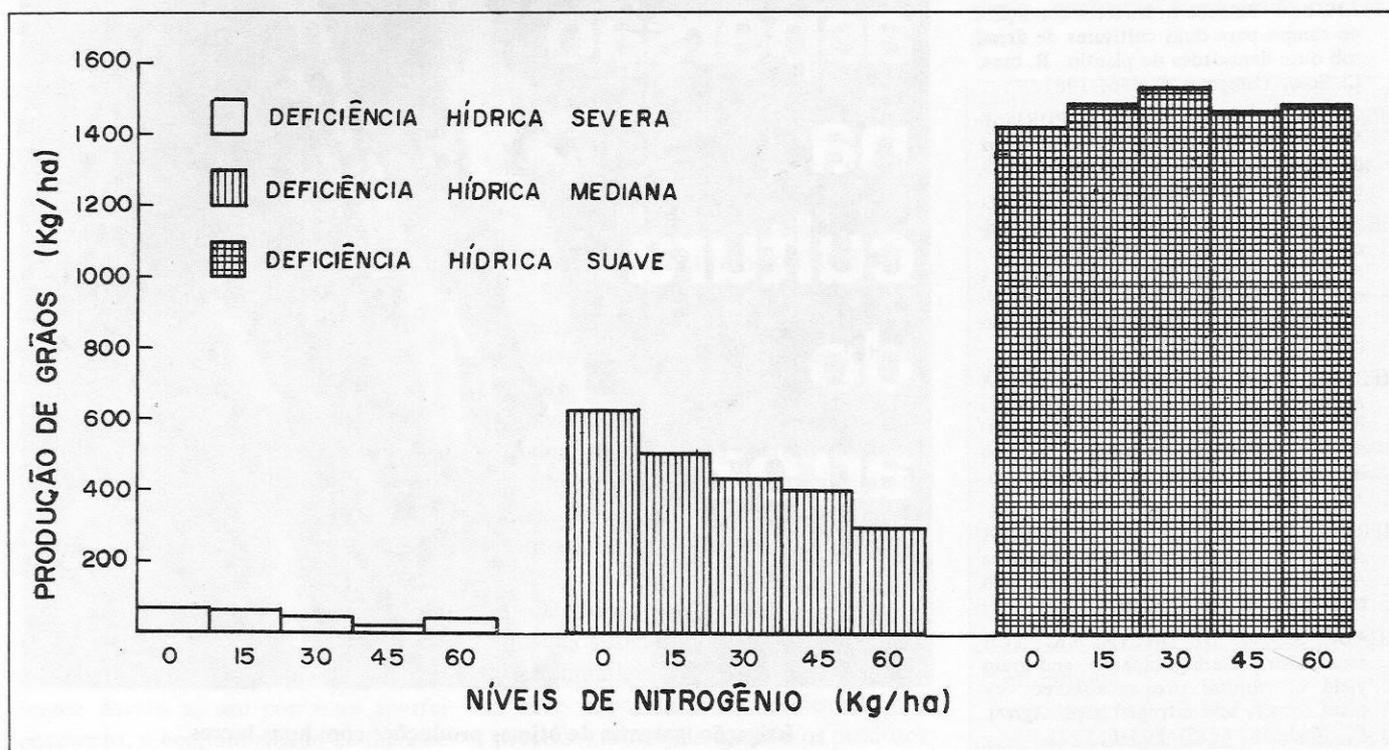


Fig. 3 – Produtividade do arroz de sequeiro em função de níveis de nitrogênio e de diferentes intensidades de deficiência hídrica. Fonte: Santos et al (s.d.)

mais profundas, as plantas podem não alcançar a superfície do solo. Além disso, as reservas da semente serão utilizadas preferencialmente no desenvolvimento do coleóptilo, prejudicando o crescimento da raiz seminal. Com isto, em caso de ocorrer deficiência hídrica logo após a emergência, a população de plantas será reduzida consideravelmente.

#### REFERÊNCIAS

BENATTI, R.; FRANÇA, G.V. & FREIRE, O. Influência do tipo de arado, da profundidade e da intensidade de aração sobre a produção de culturas anuais. II. Em solo podzólico vermelho-amarelo orto. *Engenharia Agrícola*, Botucatu, 5(2): 15-20, 1981 a.

BENATTI, R.; FREIRE, O. & FRANÇA, G.V. Influência do tipo de arado, da profundidade e da intensidade de aração sobre a produção de culturas anuais. I. Em latossolo roxo. *Engenharia Agrícola*, Botucatu, 5 (2): 3-13, 1981 b.

BLACK, C.A. Crop yields in relation to water supply and soil fertility. In: PIERRE, W. H., ed. *Plant environment and efficient water use*. Madison, American Society of Agronomy, 1966. p. 177-206.

BLEVINS, R.L.; COOK, D.; PHILLIPS, S.H. & PHILLIPS, R.E. Influence of no-tillage on soil moisture. *Agron. J.*, Madison, 63: 593-6, 1971.

BRUNINI, O.; GROHMANN, F. & SANTOS, J.M. dos. Balanço hídrico em condições de campo para duas cultivares de arroz sob duas densidades de plantio. *R. bras. Ci. Solo*, Campinas, 5: 1-6, 1981.

BUENO, L.G.; NEIVA, L.C.S. & PURISSIMO, C. *Informações gerais sobre arroz de sequeiro*. Goiânia, EMGOPA, 1981, 80 p. (Circular técnica, 1).

CURFS, H.P.F. Systems development in agricultural mechanization with special reference to soil tillage and weed control. A case study for West Africa. *Meded. Landbouwhougesch. Wageningen*, Netherlands, 76 (5): 179, 1976.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. Centro Nacional de Pesquisa de Arroz e Feijão. *Profundidade de incorporação de adubos; aspecto importante no cultivo do feijão*. Goiânia, 1982. 6 p.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. Centro de Pesquisa Agropecuária dos Cerrados. *Relatório técnico anual*. Brasília, 1976. 150 p.

FAGADE, S.O. & DE DATTA, S.K. Leaf area index, tillering capacity and grain yield of tropical rice as affected by plant density and nitrogen level. *Agron. J.*, Madison, 63(5): 503-6, 1971.

INSTITUTO AGRONÔMICO DO PARANÁ, Londrina, PR. *Cultura do arroz no estado do Paraná*. Londrina, 1980. 62p. (Circular, 19).

ORTOLANI, A.F.; COAN, O.; DANIEL, L. A. & BEDUSCHI, L.C. Cultivo mínimo: técnicas de aplicação em diversas culturas. *Revista de Mecanização Rural*, São Paulo, 2 (14): 20-5, 1983.

PATRICK JR., W.H.; SLOANE, L.W. & PHILLIPS, S.A. Response of cotton and corn to deep placement of fertilizer and deep tillage. *Soil. Sci. Soc. Amer. Proc.*, Madison, 23: 307-10, 1959.

ROTH, C. & VIEIRA, M.J. Infiltração de água no solo. *Plantio Direto*, Ponta Grossa, 1 (3): 4, 1983.

SANTOS, A.B. dos; PRABHU, A.S.; CARVALHO, J.R.P. de & AQUINO, A.R. L. de. Níveis, épocas e modos de aplicação de nitrogênio na incidência de brusone e na produção do arroz de sequeiro. *Pesq. Agropec. Bras.*, Brasília. (no prelo).

STEINMETZ, S.; REYNIERS, F.N. & LIU, W.T.H. Favorable rainfall periods in upland rice regions of Brazil. s.n.t. 13p. (Paper presented at the Workshop on Upland Rice, Bouake, Ivory Coast, Oct. 1982).

STONE, A.A. & GULVIN, H.E. *Maquinaria*

agrícola. México, Continental, 1975.

STONE, L.F.; OLIVEIRA, A.B. de & STEINMETZ, S. Deficiência hídrica e resposta de cultivares de arroz de sequeiro, ao nitrogênio. *Pesq. Agropec. Bras.*, Brasília, 14 (3): 295-301, 1979.

STONE, L.F.; SANTOS, A.B. dos & STEINMETZ, S. Influência de práticas culturais na capacidade de retenção de água do solo e no rendimento do arroz-de-sequeiro. *Pesq. Agropec. Bras.*, Brasília, 15 (1): 63-8, 1980.

STONE, L.F. & STEINMETZ, S. Índice de área foliar e adubação nitrogenada em arroz. *Pesq. Agropec. Bras.*, Brasília, 14 (1): 25-8, 1979.

TYLER, D.D. & OVERTON, J.R. No-tillage advantages for soybean seed quality during drought stress. *Agron. J.*, Madison, 74 (2): 344-7, 1982.

VIETS JR, F.G. Water deficits and nutrient availability. In: KOZLOWSKI, T.T., ed. *Water deficits and plant growth*. New York, Academic Press, 1972. v.3, p.217-39.



# Irrigação por aspersão na cultura do arroz

Renato Jácomo Manzan

**Irrigação, garantia de ótimas produções com bons lucros.**

1/ Engº Agrº - M.S., Pesquisador/EMBRAPA/EPAMIG, Caixa Postal 57 - 38.100 Uberaba-MG