

EFEITO DA ÁGUA DISPONÍVEL NO SOLO E DE NÍVEIS DE NITROGÊNIO SOBRE DUAS VARIEDADES DE ARROZ*

Maurício Bernardes Coelho
Salassier Bernardo
Sylvio Starling Brandão
Alcides Reis Condé**

1. INTRODUÇÃO

No Brasil, mais de 4,7 milhões de hectares são destinados à cultura do arroz (1). Exetuando o Estado do Rio Grande do Sul, o Vale do Paraíba, em São Paulo, e áreas limitadas de outros Estados, o arroz, no Brasil, é produzido sem irrigação. Essa dependência do regime pluviométrico provoca uma irregularidade na produção e queda na produtividade brasileira, que, em 1974, atingiu apenas 1495 kg/ha de arroz em casca (1).

Na Zona da Mata de Minas Gerais, o arroz sem irrigação é cultivado nos leitos maiores dos cursos d'água, apresentando baixos rendimentos em razão de uma série de inconveniências para o manejo e a produção da cultura. A topografia acidentada e a disponibilidade d'água são os principais fatores que limitam a irrigação por inundação, método com que se obtêm os maiores rendimentos por área. Nessa região de Minas Gerais a topografia é acidentada, mas a disponibilidade de água raramente é limitante. Para essa região, onde a sistematização do solo nem sempre é recomendável, poder-se-ia usar a irrigação por aspersão na cultura do arroz, com aproveitamento dos terraços aluviais antigos, comuns na região, o que resultaria em aumento e estabilidade da produção (10, 11, 15, 24, 25, 28). Além disso, com a irrigação por aspersão seria possível a sucessão de culturas num mesmo ano, tornando mais econômico o uso da terra.

O objetivo deste trabalho foi dar continuidade aos estudos realizados por DINIZ (11), que estudou o comportamento de variedades de arroz, sob irrigação por aspersão, em níveis crescentes de nitrogênio, num único nível de umidade no solo, estudando o efeito de níveis de água disponível no solo e de níveis de nitrogênio sobre a produção de arroz sob irrigação por aspersão e seus possíveis efeitos sobre os principais componentes da produção e sobre algumas características agronômicas da planta.

* Parte da tese apresentada ao Departamento de Engenharia Agrícola, pelo primeiro autor, como uma das exigências para obtenção do grau de «Magister Scientiae».

Recebido para publicação em 17-03-1977.

** Técnico da EMBRAPA, Professor Adjunto e Professores Titulares da Universidade Federal de Viçosa.

2. MATERIAL E MÉTODOS

O presente trabalho foi realizado na Universidade Federal de Viçosa (U.F.V.), Zona da Mata, Minas Gerais, no ano agrícola 1975/76.

As coordenadas geográficas e os parâmetros climáticos do município são apresentados no Quadro 1. A distribuição das chuvas, de outubro a abril de 1975/76, é mostrado na Figura 1.

QUADRO 1 - Coordenadas geográficas e parâmetros climáticos do município de Viçosa, Minas Gerais **

Latitude	20°45' (S)
Longitude	42°51' (W)
Altitude	651 m
Temperatura	19°C*
Precipitação	1341 mm*
Umidade relativa	80%*

* Médias anuais

FONTE: Estação Climatológica Principal do Departamento Nacional de Meteorologia - Ministério da Agricultura, Viçosa - MG

O ensaio foi conduzido em condições de campo, em solo classificado, de acordo com as normas da Sociedade Brasileira de Ciências do Solo, como Podzólico Vermelho-Amarelo Câmbico, fase terraço, classificado textualmente como argila pesada.

A «Capacidade de Campo» e o «Ponto de Murcha» foram determinados utilizando-se a membrana de pressão de RICHARDS (26), apresentando, respectivamente, os seguintes valores: 46,58 e 31,53%. A densidade aparente, obtida com o cilindro de Uhland, foi de 0,89. A curva de retenção de umidade do solo e a curva de calibração das Células de Colman estão apresentadas, respectivamente, nas Figs 2 e 3.

O controle do nível de umidade do solo, para indicar épocas das irrigações, foi feito por meio de células de Colman distribuídas ao acaso entre os três blocos, uma para cada tratamento, instaladas no centro da subparcela, a uma profundidade de 0,12 m.

As subparcelas foram irrigadas uma a uma, quando as leituras no Medidor Colman (7) indicavam resistências elétricas que correspondiam a 30, 50 ou 70% d'água disponível no solo para os respectivos tratamentos. As leituras das células eram feitas, normalmente, uma vez por dia, entre 7:00 e 9:00 horas da manhã; quando a umidade do solo estava próxima ao limite dos tratamentos faziam-se mais leituras por dia.

Foram usadas as variedades 'IAC-1246' e IR665-4-1'. A primeira é uma variedade produzida pelo Instituto Agronômico de Campinas, de porte alto, considerada de baixa resposta ao nitrogênio e predominante na cultura «de sequeiro» na região Centro-Oeste do País. A segunda variedade foi obtida no Instituto Internacional de Pesquisas de Arroz (IRRI). É de porte baixo e, para ser cultivada em regime de submersão, responde à adubação nitrogenada. Segundo trabalhos realizados no Instituto Internacional de Pesquisas de Arroz (IRRI) (19), esta variedade pode ser cultivada sem irrigação por submersão desde que as limitações de água não sejam acentuadas.

Nos plantios realizados em 28 e 29/10/75 foi feita uma adubação básica de 120 kg/ha de P₂O₅ e 60 kg/ha de K₂O, nas formas de superfosfato simples e cloreto de

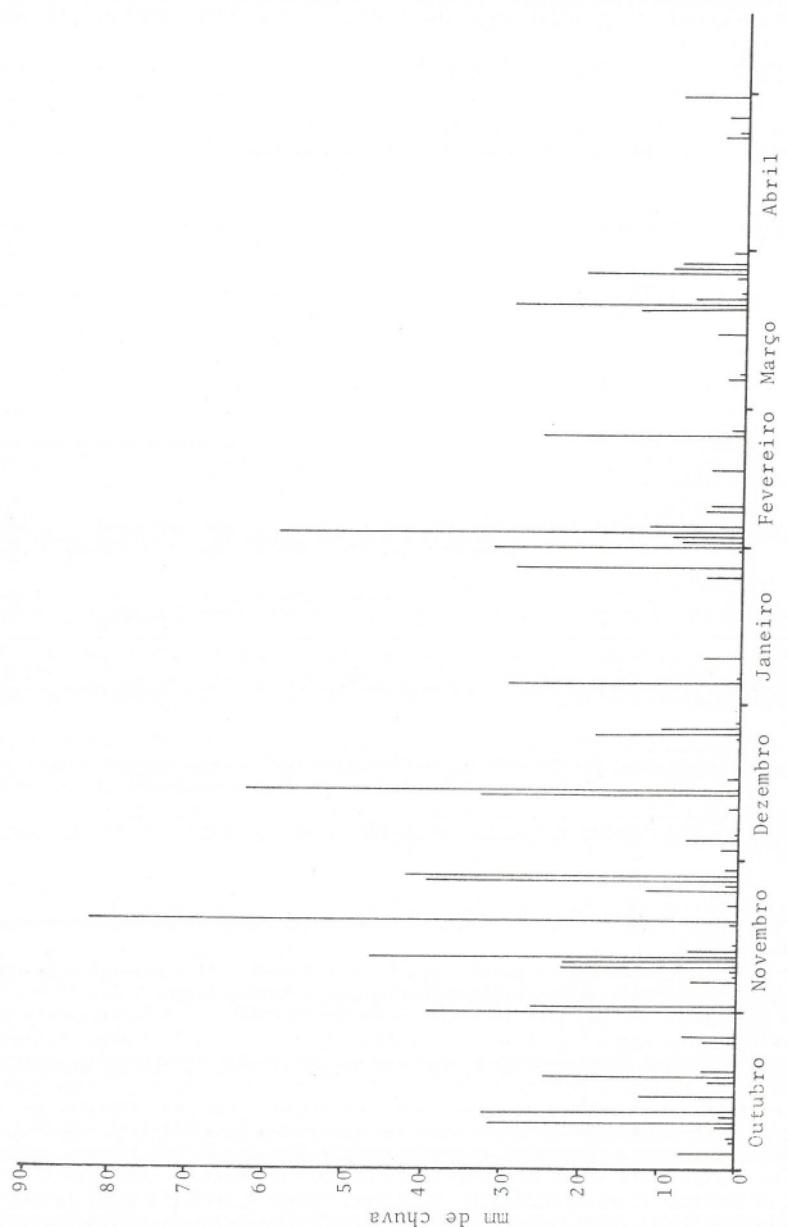


FIGURA 1 - Milímetros diários de chuva, ocorridos no período de outubro a abril de 1975/76.

potássio, respectivamente, para todos os tratamentos. Usaram-se quatro níveis de nitrogênio — 0,30, 60 e 90 kg/ha — na forma de sulfato de amônio, sendo que 1/3 foi aplicado no plantio e o restante 70 dias depois.

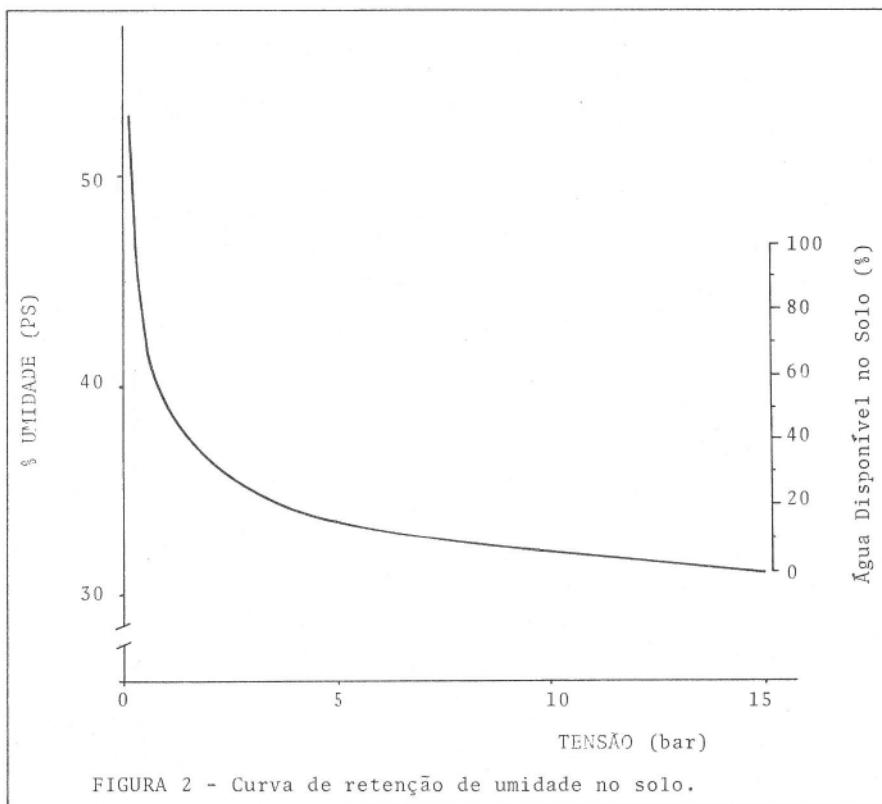


FIGURA 2 - Curva de retenção de umidade no solo.

Além de um tratamento sem irrigação, que recebia apenas a água das chuvas, foram comparados três níveis de umidade, sob irrigação por aspersão, baseados em três limites mínimos d'água disponível no solo — 30, 50 e 70%.

O experimento foi em parcelas subdivididas, com as parcelas dispostas em blocos ao acaso no esquema fatorial, onde os fatores foram quatro níveis de nitrogênio por duas variedades, com quatro níveis de água nas subparcelas, em três repetições. A área total da subparcela foi de 8,00 m², correspondente a cinco fileiras de 4,00 m de comprimento, espaçadas de 0,40 m, e semeadas com uma densidade de 60 grãos por metro linear. A área útil da subparcela foi de 3,60 m², eliminando-se as duas fileiras externas e 0,50 m em cada extremidade.

Foram feitas, para todos os tratamentos, quatro irrigações preliminares de 10 mm, para facilitar a emergência das plântulas. As quantidades d'água aplicadas por irrigação foram de 188 m³/ha (18,8 mm) para o tratamento de 30% de água disponível, de 134 m³/ha (13,4 mm) para o de 50% e de 80 m³/ha (8,0 mm) para o de 70%, quantidades estas equivalentes a 70, 50 e 30% da água disponível, respectivamente, determinadas pela equação 1 (9), utilizando-se os seguintes valores, previamente calculados: capacidade de campo — 46,58%; ponto de murcha — 31,53%; densidade aparente — 0,89 g/cm³; profundidade do sistema radicular — 0,20 m.

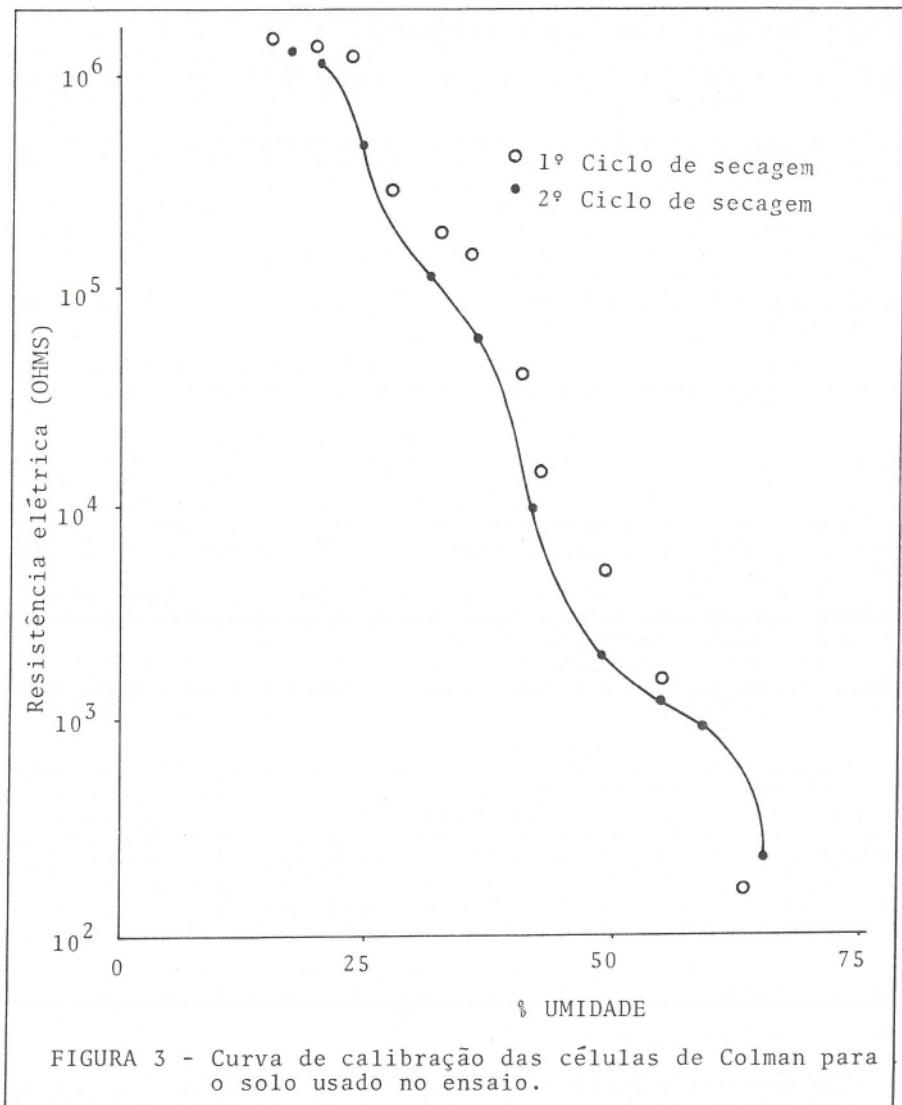


FIGURA 3 - Curva de calibração das células de Colman para o solo usado no ensaio.

$$V = 100(c - m)d p \dots \text{equação 1}$$

sendo:

V = volume de água disponível de um solo, em m³/ha

c = capacidade de campo, em %, na base do peso seco

m = umidade de murchamento, em %, na base do peso seco

d = densidade aparente do solo, em g/cm³

p = profundidade do sistema radicular, em m

Em consequência da grande perda por percolação nas fendas apresentadas

pelo solo, as quantidades d'água calculadas não foram suficientes para elevar o solo à capacidade de campo após as irrigações. Verificou-se, entretanto, que o acréscimo de 2,5 mm em todos os tratamentos seria suficiente para isso.

Além da produção de grãos, foi estudado o efeito da água disponível no solo e de níveis de nitrogênio sobre a altura da planta e sobre os principais componentes da produção, tais como número de perfilhos e de panículas, número de grãos por panícula e peso de 100 grãos (4). Foram ainda avaliadas as seguintes características: acamamento, período para a floração e duração da floração.

A colheita foi feita por cacheamento, e a produção de grãos foi expressa em kg/ha, a 13% de umidade, base úmida. A umidade dos grãos foi determinada com o aparelho «Steinlite Eletronic Tester Type G» e, em seguida, convertida para estufa a 105°C (2).

Os números de perfilhos e de panículas foram determinados após a colheita, utilizando-se, para isso, as três fileiras úteis de cada subparcela. A fertilidade de perfilhos foi obtida pela relação entre número de panículas e número de perfilhos e expressa em %.

O número de espiguetas e de grãos cheios por panícula foi obtido das 20 panículas mais altas, colhidas ao acaso nas três fileiras úteis de cada subparcela. O número de espiguetas por panícula foi apresentado pela soma de grãos cheios e fadados.

O peso médio de 100 grãos foi obtido a partir do peso médio de três amostras de 100 grãos em casca, com umidade uniforme, tomadas de cada conjunto de grãos cheios das 20 panículas usadas para determinar o número de espiguetas por panícula. As amostras foram obtidas com o uso de um divisor de precisão.

A altura da planta foi obtida pela média de 20 plantas mais altas, escolhidas ao acaso nas fileiras úteis de cada subparcela, medidas do nível do solo até o nó inferior da panícula.

Considerou-se como início e fim da floração a média dos dias em que, respectivamente, cerca de 10% e de 90% — 100% das plantas, nas três fileiras úteis de cada subparcela, apresentavam panículas emersas.

Como «período para a floração» tomou-se o número de dias decorridos do plantio ao início da floração e como «duração da floração» o número de dias entre o início e o fim da floração.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Neste trabalho, a variedade 'IR665-4-1' mostrou pouca tolerância à deficiência d'água no solo, chegando ao ponto de não haver produção nos tratamentos sem irrigação, nem naqueles onde a umidade do solo atingia um mínimo de 30% da água disponível. Nos demais tratamentos, 50 e 70% de água disponível, as produções foram muito baixas, em razão, principalmente, da alta porcentagem de esterilidade das espiguetas. Resultados semelhantes foram obtidos por DINIZ (11), quando esta mesma variedade foi submetida a um nível mínimo de 50% de água disponível no solo.

Pelo fato de esta variedade somente ter produzido em alguns níveis de umidade, só serão apresentados os resultados obtidos com a variedade 'IAC-1246'.

3.1. Controle da Umidade

Uma das causas responsáveis por erros nas medições indiretas da umidade do solo, pelo método da resistência elétrica, como é o caso das células de Colman, é a falta de contato entre os eletrodos e o solo (9).

Neste trabalho, notou-se, em algumas subparcelas, a formação de rachaduras profundas no solo naqueles tratamentos em que o teor de umidade atingia níveis mais baixos, provavelmente causados pelo alto teor de argila do solo. Isto deve ter provocado mau contato entre a célula de Colman e o solo, o que, juntamente com as perdas d'água nas rachaduras, contribuiu para que os totais de água aplicada nos tratamentos com o mesmo nível de água disponível e diferentes níveis de nitrogênio recebessem, em alguns casos, quantidades de água bastante diferentes (Quadro 2).

3.2. Produção de Grãos

No Quadro 3 encontram-se as produções médias de grãos de arroz em casca,

QUADRO 2 - Número de irrigações, lâmina aplicada, em mm, antes e depois da correção do volume aplicado por irrigação, lâmina total aplicada durante todo o ciclo, em mm, turno de rega, em dias, para todos os tratamentos

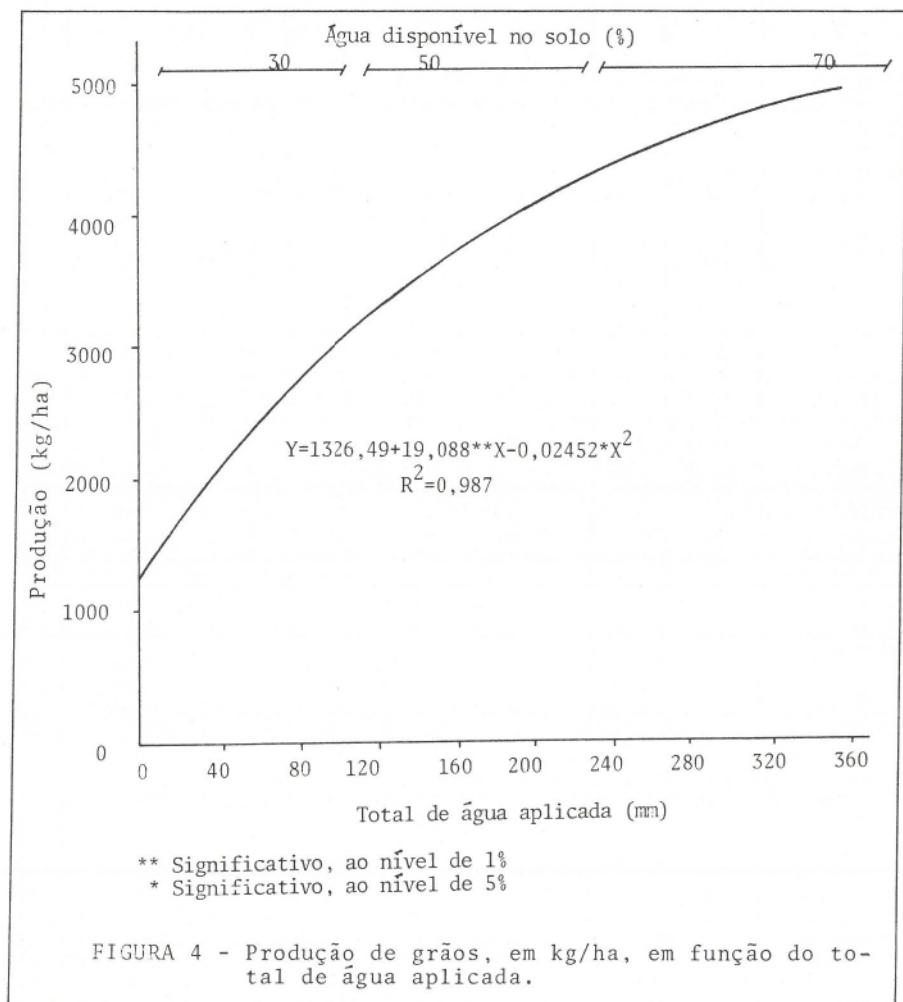
Água disponível (%)	Nitrogênio (kg/ha)	número de irrigações	Lâmina aplicada por irrigação (mm)	Lâmina total aplicada (mm)	Turno de rega (dias)
70	0	11	8,0	392,5	2,4
	30	19	10,5		
	30	9	8,0	324,0	2,9
	60	24	10,5		
	60	7	8,0	371,0	2,9
	90	30	10,5		
50	0	7	8,0	329,0	2,8
	30	26	10,5		
	30	2	13,4	90,3	20,2
	60	11	15,9		
	60	2	13,4	281,6	5,1
	90	3	15,9		
30	0	7	13,4	58,5	33,0
	30	7	15,0	167,1	9,2
	60	1	18,8		
	60	2	21,3	61,3	48,5
	90	1	18,8		
	90	2	21,3	61,3	48,5

QUADRO 3 - Rendimentos médios, em kg/ha, de grãos de arroz em casca, obtidos em função da água disponível no solo, com seu equivalente em total de água aplicada e de níveis de nitrogênio

Água disponível (%)	Total médio de água aplicada (mm)	Níveis de nitrogênio (kg/ha)			Média
		0	30	60	
70	354,1	5162	4750	4745	5313
50	149,4	3305	4316	2847	4697
30	71,9	2493	3279	2087	1459
S/irrigação	0,0	2037	1244	1185	1241
Média		3249	3397	2716	3178

em kg/ha, obtidas em função da água disponível no solo e dos níveis de nitrogênio.

A análise de variância dos dados obtidos indica efeito significativo, ao nível de 1% de probabilidade, sobre a produção de grãos, apenas da água disponível no solo. A equação de regressão, ajustada para os dados de produção, é representada, graficamente, pela Figura 4.



Verifica-se que a aplicação de água promoveu aumento da produção de grãos; o efeito quadrático, observado para os totais de água aplicada, indica que a produção atingiria o máximo com 389,2 mm, o que corresponderia a um nível de água disponível no solo acima de 70%, fora, portanto, dos limites estudados.

As produções obtidas sem irrigação foram as mais baixas, o que pode ser atribuído, principalmente, à escassez de chuvas no período da diferenciação floral à fase pastosa dos grãos, de 20 de janeiro a 5 de março (Figura 1), período este em que o arroz é mais sensível à deficiência de água no solo. Quando o arroz recebeu irrigação por aspersão, sempre que a água disponível no solo atingia um mínimo de 30, 50 e 70%, as produções foram aumentadas, de, respectivamente, 63,3, 165,8 e 249,4%, quando comparadas com o tratamento sem irrigação, o que vem indicar a

eficiência da irrigação por aspersão em promover maior produtividade. Isto está de acordo com trabalhos de vários pesquisadores (10, 11, 15, 22, 24, 25, 28), que obtiveram maiores rendimentos com irrigação por aspersão, quando comparados com aqueles obtidos em trabalhos experimentais sem irrigação.

3.3. Componentes da Produção

O número médio de perfilhos e de panículas por metro quadrado e a fertilidade de média de perfilhos (%), obtidos em função da água disponível no solo e dos níveis de nitrogênio, são mostrados no Quadro 4.

Constatou-se efeito significativo, ao nível de 1% de probabilidade, da água disponível no solo sobre o número de perfilhos, nos níveis de 30 e 60 kg de nitrogênio/ha, e sobre o número de panículas e fertilidade de perfilhos em todos os níveis de nitrogênio usados.

As equações de regressão ajustadas para número de perfilhos e de panículas e fertilidade de perfilhos são mostradas nas Figuras 5, 6 e 7, respectivamente.

Como mostra a Figura 5, o número de perfilhos no nível de 30 kg de nitrogênio/ha aumentou com o total de água aplicada, atingindo o máximo com 182,2 mm; já no nível de 90 kg de nitrogênio/ha o efeito linear observado do total de água aplicada indica que o número máximo de perfilhos não foi atingido. Para os níveis de 0 e 60 kg de nitrogênio/ha não foi possível ajustar equações de regressão; pelo Quadro 4, nota-se que no nível de 0 kg de nitrogênio/ha não houve diferença entre as médias de número de perfilhos para os diferentes totais de água aplicada; no nível de 60 kg de nitrogênio/ha, com 30% de água disponível no solo, o número de perfilhos foi maior do que em níveis mais altos de umidade.

Verifica-se, pela Figura 6, o efeito linear para o número de panículas, nos níveis de 0 e 90 kg de nitrogênio/ha, em relação ao total de água aplicada, indicando que o número máximo de panículas não foi atingido. No nível de 30 kg de nitrogênio/ha, o total de água aplicada mostrou efeito quadrático sobre o número de panículas, que alcançou o máximo em 207,9 mm. Para o nível de 60 kg de nitrogênio/ha não foi possível ajustar uma equação de regressão. Pelo Quadro 4 nota-se que o maior número de panículas foi obtido no nível de 30% de água disponível no solo, ou seja, quando a cultura recebeu um total de 71,9 mm de água, não diferindo do nível de 70% de água disponível, que recebeu um total de 354,1 mm de água.

A Figura 7 mostra que o total de água aplicada aumentou linearmente a fertilidade de perfilhos nos níveis de 0 e 90 kg de nitrogênio/ha, ao passo que no nível de 30 kg/ha o efeito quadrático observado indica que o máximo de fertilidade de perfilhos foi alcançado com 286,2 mm de água. Não foi possível ajustar uma equação de regressão para o nível de 60 kg de nitrogênio/ha. O Quadro 4 mostra o efeito do total de água aplicada apenas no seu nível mais alto.

O perfilhamento ocorreu durante a fase vegetativa de desenvolvimento do arroz, quando foram aplicados 10, 20 e 30 kg de nitrogênio/ha para os níveis de 30, 60 e 90 kg/ha, respectivamente.

Na ausência de nitrogênio (nível 0), as quantidades crescentes de água não foram eficientes em aumentar o número de perfilhos. Entretanto, as quantidades crescentes de água aplicada aumentaram linearmente a fertilidade dos perfilhos produzidos e, paralelamente, o número de panículas por unidade de área.

Com a aplicação de 30 kg de nitrogênio/ha no plantio (nível 90) ocorreu um aumento linear no número de perfilhos, assim como na sua fertilidade, com quantidades crescentes de água adicionada, e, paralelamente, no número de panículas obtidas.

Já com a aplicação de 10 e 20 kg de nitrogênio/ha no plantio (níveis de 30 e 60) o número de perfilhos e de panículas aumentou até os níveis mais baixos de água disponível mantidos, tornando a decrescer no nível mais elevado. A maior quantidade de água adicionada deve ter provocado lixiviação gradativa do nitrogênio adicionado no plantio, já inicialmente pequena, reduzindo seu aproveitamento pela planta mais tarde, ocasionando a queda relativa do número de perfilhos e panículas.

Alguns pesquisadores não observaram diferença significativa entre perfilhamento (8, 12, 13, 16), enquanto outros (18, 19) verificaram aumento no perfilhamento com a elevação do teor de umidade do solo até a submersão. Quanto à fertilidade de perfilhos, os resultados concordam com aqueles obtidos por alguns pesqui-

QUADRO 4 - Número médio de perfilhos e de panícululas, por metro quadrado, e fertilidade média de perfilhos (%), obtidos em função da água disponível no solo, com seu equivalente em total de água aplicada e de níveis de nitrogênio (*)

Água disponível (%)	Nitro- gênio kg/ha	Total médio de água aplicada (mm)	Perfilhos		Panículas nº	Fertilidade (%)
			nº	nº		
S/irrig.	70	90	354,1	233,7	220,1	94,10
	50	90	149,4	208,1	194,3	92,77
	30	90	71,9	200,4	147,9	74,50
S/irrig.	70	60	0,0	184,8	132,5	71,50
	50	60	354,1	176,5	167,3	a
	30	60	149,4	167,0	121,0	b
S/irrig.	70	60	71,9	245,5	195,0	a
	50	60	0,0	194,8	147,2	b
	30	30	354,1	195,0	184,0	93,80
S/irrig.	70	50	149,4	243,1	216,3	88,80
	50	30	71,9	244,3	201,6	82,23
	30	30	0,0	180,3	128,1	69,93
S/irrig.	70	0	354,1	243,9	223,8	91,90
	50	0	149,4	227,3	186,0	80,60
	30	0	71,9	218,1	170,1	77,03
(*)	0	0	0,0	232,9	159,5	68,37
	*	0	-	230,6	184,9	79,48
	:	30	-	215,7	182,5	83,69
	:	60	-	196,0	157,6	81,94
	:	90	-	206,8	173,7	83,22

(*) Em cada série de médias, os valores seguidos pela mesma letra na vertical não diferem, significativamente, ao nível de 5%, pelo teste de Tukey.

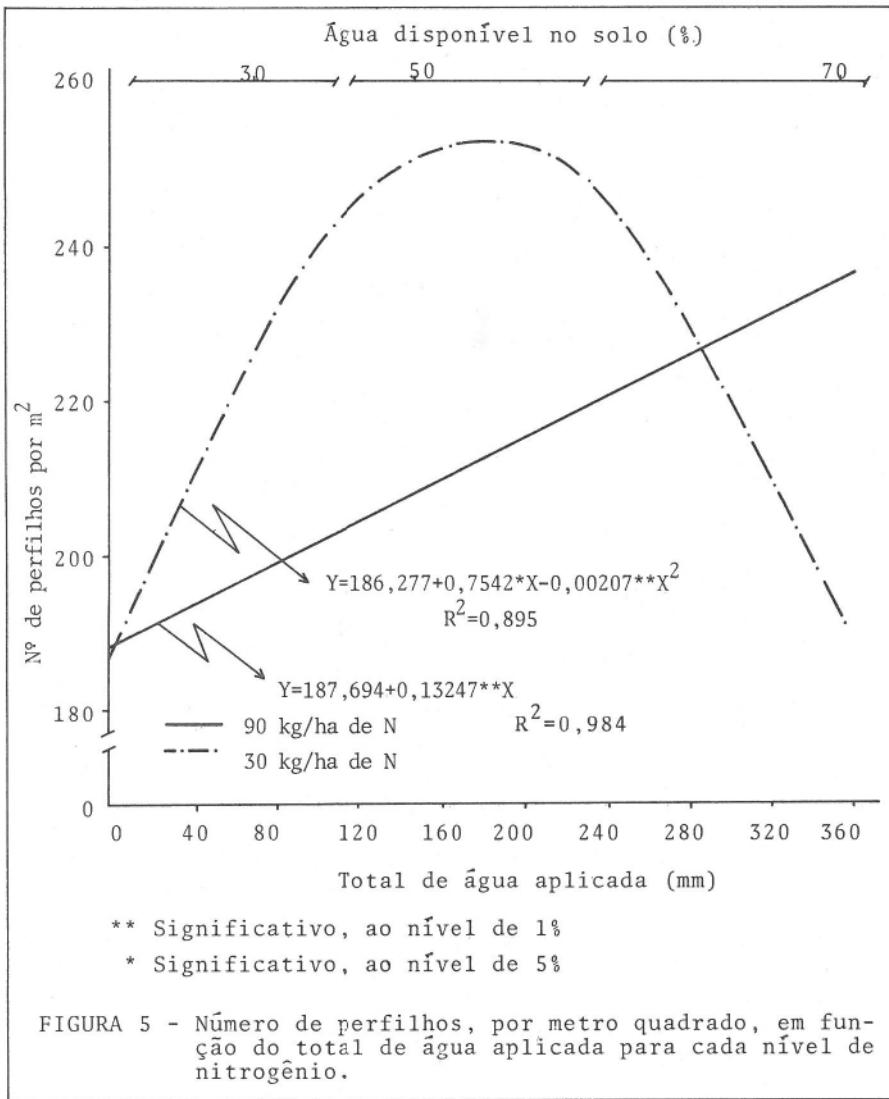


FIGURA 5 - Número de perfilhos, por metro quadrado, em função do total de água aplicada para cada nível de nitrogênio.

sadores (19, 10), quando as maiores taxas de fertilidade de perfilhos foram encontradas nos níveis mais altos de umidade.

No Quadro 5 encontra-se o número médio de espiguetas e de grãos cheios por panícula, em função da água disponível no solo e dos níveis de nitrogênio.

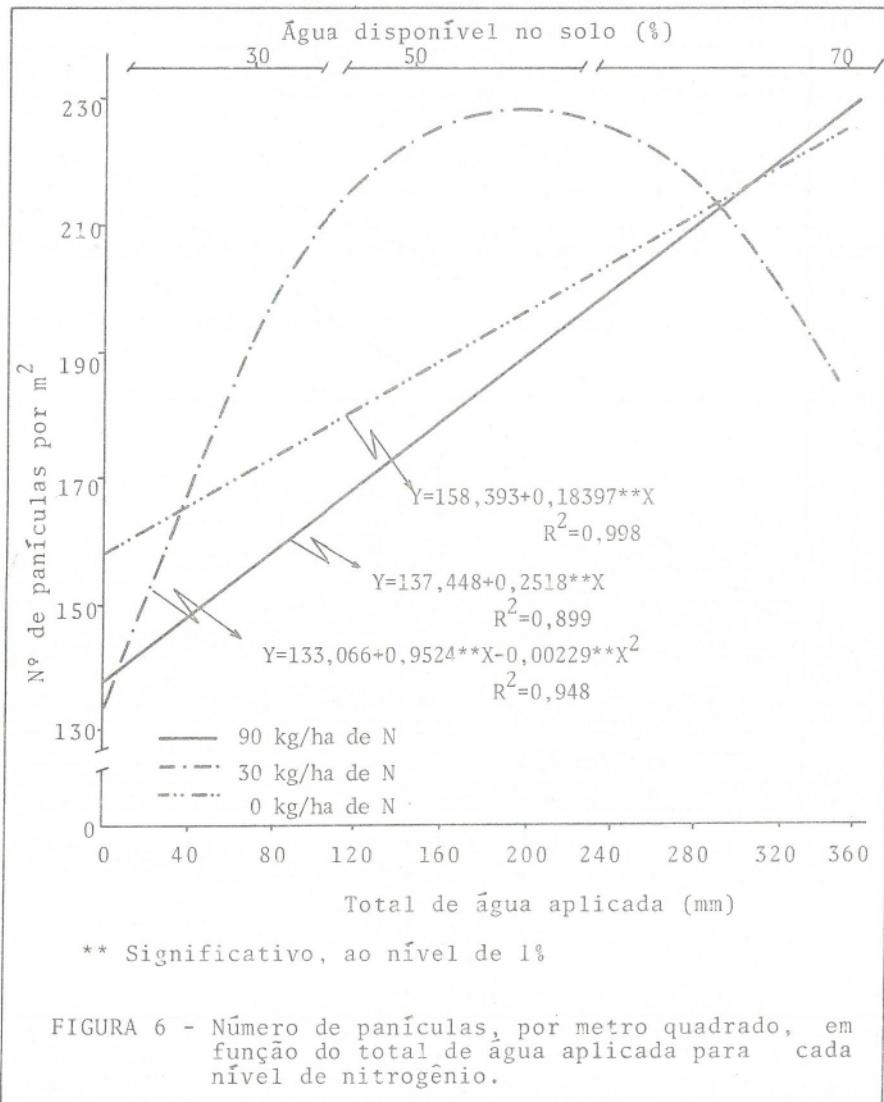
As análises de variância dos dados obtidos indicam efeito significativo, ao nível de 1% de probabilidade, da água disponível no solo sobre o número de espiguetas e de grãos cheios por panícula.

As equações de regressão, ajustadas para número de espiguetas e de grãos cheios, são representadas pelas Figuras 8 e 9, respectivamente.

Na Figura 8 observa-se que o total de água aplicada proporcionou crescimento gradativamente maior do número de espiguetas por panícula mediante a aplicação de maiores quantidades de água.

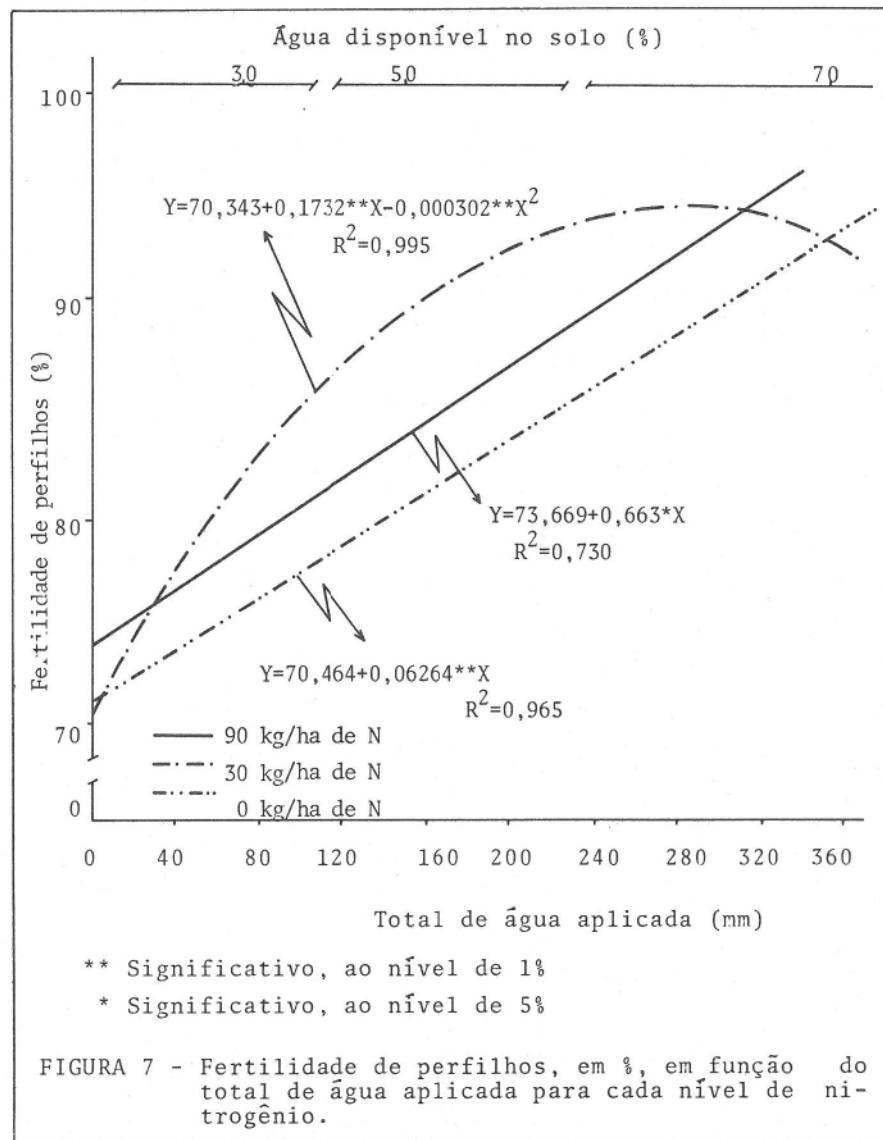
Na Figura 9 verifica-se que o número de grãos cheios por panícula aumentou com o total de água aplicada e que o máximo seria atingido com 380 mm, fora, portanto, dos limites estudados.

O fato de o nitrogênio aplicado não ter influenciado o número de espiguetas e



de grãos cheios por panícula não está de acordo com os resultados obtidos por KOYAMA e NIAMSRICHAND (21). Segundo eles, os níveis crescentes de nitrogênio aumentaram o número de espiguetas férteis por panícula. CHANDLER (3) complementa que os níveis de nitrogênio influenciaram, notadamente, o número de panículas e, em menor grau, o número de espiguetas por panícula e o número de grãos cheios, em condições de submersão. Por outro lado, há uma consonância com DINIZ (13), que, utilizando três cultivares de arroz, entre os quais o IAC-1246, não observou efeito de níveis crescentes de nitrogênio sobre o número de espiguetas por panícula e número de grãos cheios.

Quanto ao efeito dos níveis de umidade do solo, há uma concordância com o obtido por vários pesquisadores, em que a maior disponibilidade de água à cultura, especialmente na fase reprodutiva, garante maior número de espiguetas e de grãos cheios por panícula (19, 5, 6, 17, 23, 27).



** Significativo, ao nível de 1%

* Significativo, ao nível de 5%

FIGURA 7 - Fertilidade de perfilhos, em %, em função do total de água aplicada para cada nível de nitrogênio.

A análise de variância dos dados obtidos com o desdobramento da interação nitrogênio x níveis d'água indica efeito significativo, ao nível de 1% de probabilidade, da água disponível no solo, em todos os níveis de nitrogênio usados.

As equações de regressão ajustadas para os dados de peso de 100 grãos se vêem na Figura 10.

Verifica-se que nos níveis de 30 e 90 kg de nitrogênio/ha o peso de 100 grãos aumentou com a aplicação de maiores quantidades de água, atingindo valores máximos com a aplicação de 277,7 e 348,0 mm de água aplicada, respectivamente. No nível de 0 kg de nitrogênio/ha, o total de água aplicada aumentou linearmente o peso de 100 grãos, mostrando que o peso máximo não foi atingido; já para o nível de 60 kg de nitrogênio/ha o efeito quadrático observado mostra que o total de água aplicada reduziu o peso de 100 grãos até um valor mínimo, obtido com a aplicação de 96,8 mm de água.

QUADRO 5 - Número médio de espiguetas e grãos cheios por panícula, obtidos em função da água disponível no solo, com seu equivalente em total de água aplicada e de níveis de nitrogênio

Água disponível (%)	Nitro- gênio (kg/ha)	Total de água aplicada (mm)	médio Espí- guetas nº	Grãos cheios nº
70	90	354,1	176,1	158,3
50	90	149,4	178,3	162,2
30	90	71,9	169,7	132,4
S/irrigação	90	0,0	161,8	116,7
70	60	354,1	200,2	178,9
50	60	149,4	156,3	112,4
30	60	71,9	138,4	108,1
S/irrigação	60	0,0	141,5	113,5
70	30	354,1	178,6	161,5
50	30	149,4	159,0	148,9
30	30	71,9	163,9	143,3
S/irrigação	30	0,0	144,7	98,3
70	0	354,1	136,7	126,2
50	0	149,4	147,9	133,0
30	0	71,9	150,8	127,2
S/irrigação	0	0,0	137,9	115,5
.	0	-	143,3	125,5
.	30	-	161,6	138,0
.	60	-	159,1	128,2
.	90	-	171,5	142,4

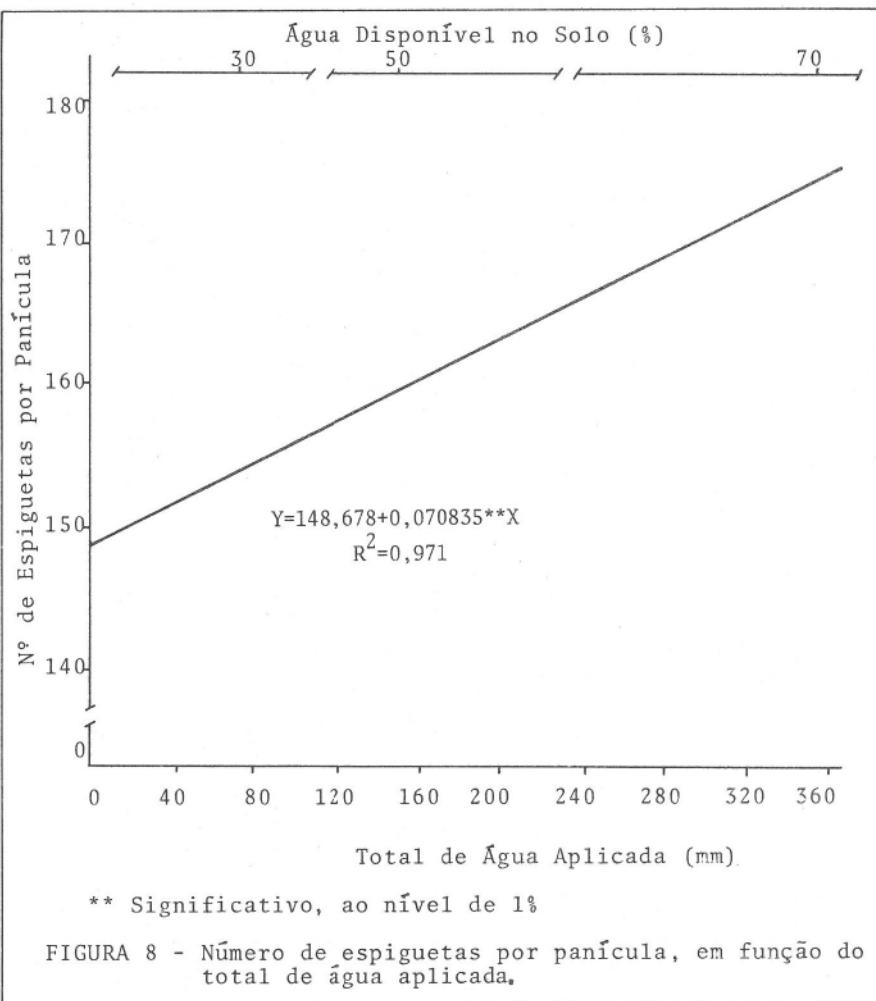
3.4. Altura Média da Planta e Acamamento

No Quadro 6 encontra-se a altura média das plantas, em centímetros, em função da água disponível no solo e dos níveis de nitrogênio.

A análise de variância dos dados obtidos de altura da planta com o desdobramento da interação nitrogênio x níveis de água indica efeito significativo, ao nível de 1%, da água disponível no solo, em todos os níveis de nitrogênio usados.

As equações de regressão ajustadas para os dados de altura da planta são representadas graficamente pela Figura 11. Verifica-se que nos níveis de 60 e 90 kg de nitrogênio/ha o total de água aplicada aumentou linearmente a altura da planta, mostrando que a altura máxima não foi atingida. No nível de 30 kg de nitrogênio/ha o total de água aplicada promoveu um acréscimo na altura da planta até 299 mm de água, quando atingiu o máximo em altura. Para o tratamento sem nitrogênio, as menores alturas de plantas foram obtidas quando a cultura recebeu apenas água das chuvas (zero de água aplicada) e teve sua altura aumentada à medida que recebia mais água.

Esses resultados estão de acordo com vários pesquisadores (5, 12, 13, 20), que encontraram maiores alturas de plantas em solos saturados e submersos do que



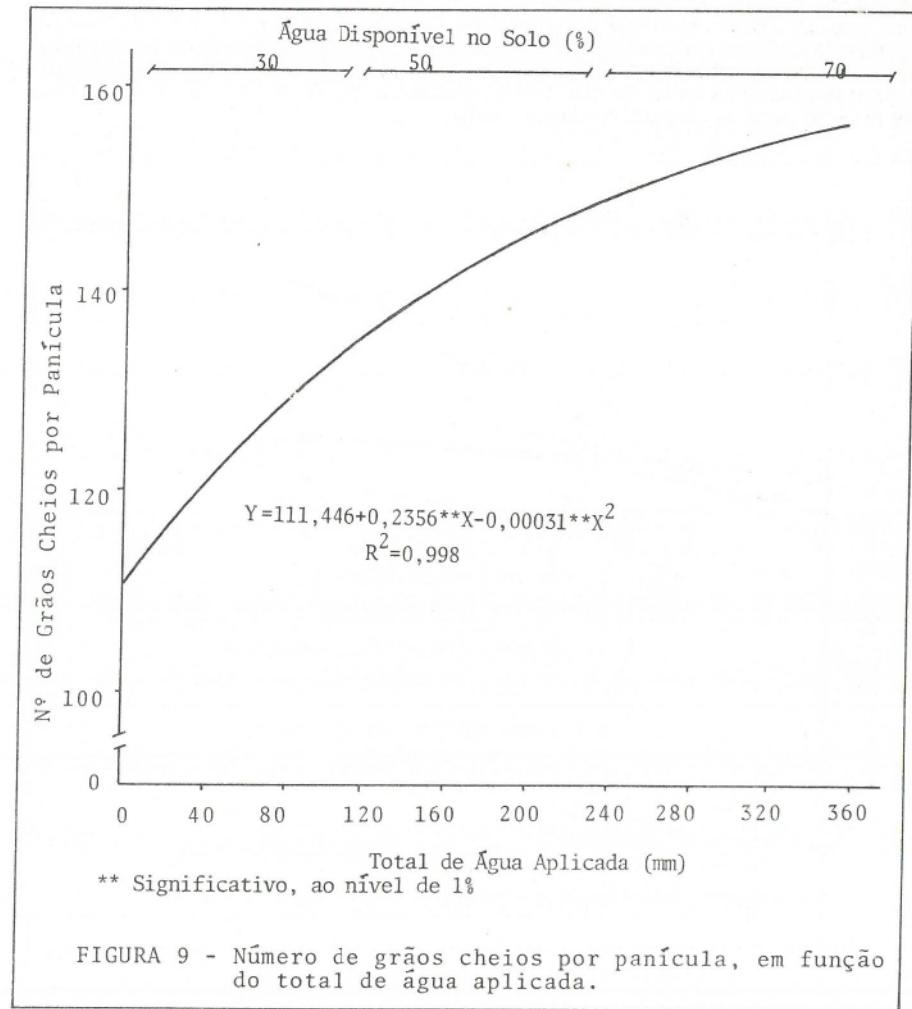
em solos com maiores tensões de umidade.

Não foi observado acamamento em nenhum dos tratamentos.

3.5. Período para a Floração e Duração da Floração

O período do plantio à colheita, em todos os tratamentos, está representado graficamente na Figura 12. Conforme se pode observar, o aumento no total de água aplicada mostrou uma tendência para reduzir o período para a floração e para a duração da floração. Isto está de acordo com os resultados obtidos por alguns pesquisadores (5, 12, 14, 17), que observaram um menor período para a floração em solos com maiores teores de umidade, quando comparados com solos mais secos.

O nitrogênio, nos tratamentos não irrigados e naqueles que receberam maiores quantidades de água, parece não ter influído no período para a floração; nos níveis intermediários de umidade no solo o efeito do nitrogênio foi variável. A duração da floração mostrou uma tendência para não ser influenciada pela aplicação do nitrogênio em nenhum dos níveis de umidade no solo.



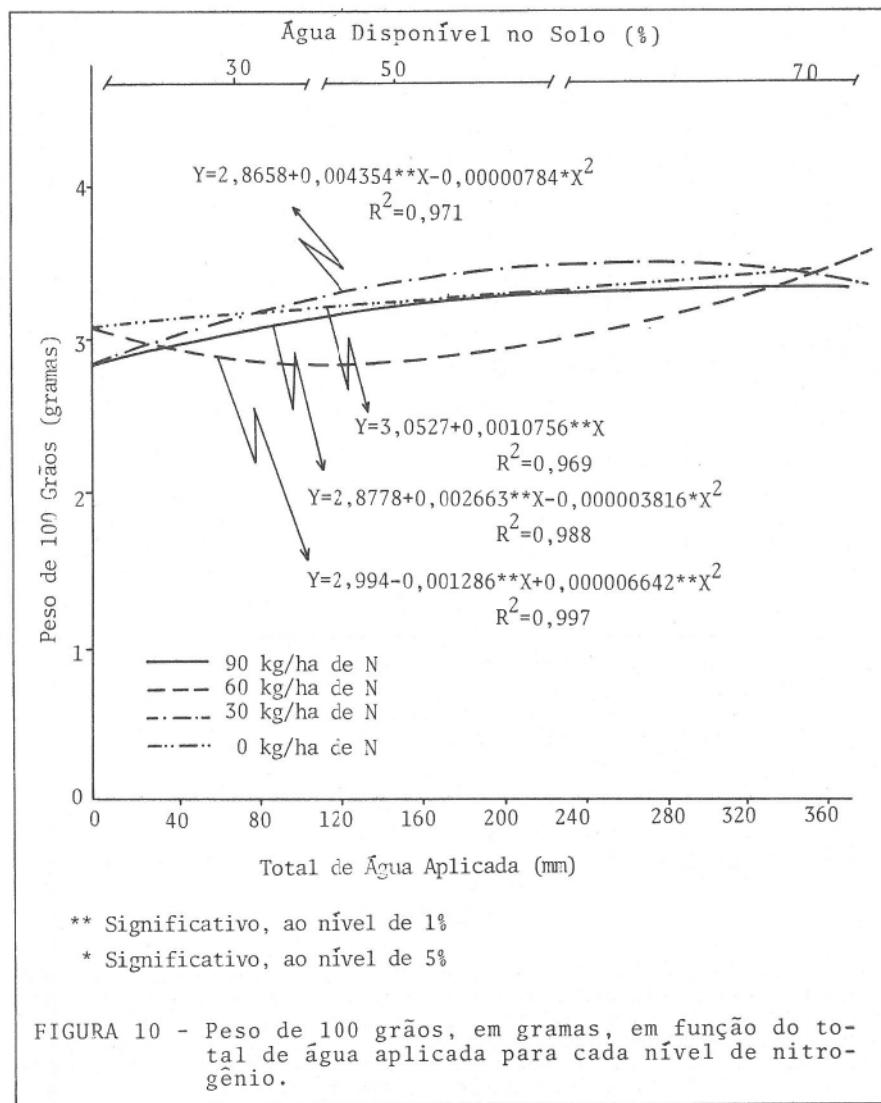
4. RESUMO

Foi realizado na Universidade Federal de Viçosa, Minas Gerais, um ensaio experimental, visando a estudar os efeitos de quatro níveis de umidade no solo sobre dois cultivares de arroz, em quatro níveis de adubação nitrogenada, sob irrigação por aspersão. Para níveis de umidade, usou-se um tratamento sem irrigação, que recebia apenas a água das chuvas, e três limites mínimos de água disponível no solo: 30,50 e 70%. Os níveis de adubação nitrogenada usados foram: 0, 30, 60 e 90 kg/ha, na forma de sulfato de amônio.

O trabalho foi conduzido no período de outubro de 1975 a abril de 1976, em solo Podzólico Vermelho-Amarelo Câmbico, fase terraço, e os cultivares usados foram: 'IAC-1246' e 'IR665-4-1'. As quantidades de água aplicada somente foram suficientes para que o cultivar 'IR665-4-1' produzisse em alguns níveis de umidade usados; por essa razão só foram apresentados os resultados obtidos com o cultivar 'IAC-1246'.

No plantio foi feita uma adubação básica de 120 kg/ha de P₂O₅ e 60 kg/ha de

K_2O , nas formas de superfosfato simples e cloreto de potássio, respectivamente. A adubação nitrogenada foi parcelada: 1/3 foi aplicado no plantio e o restante 70 dias depois. Para o controle dos níveis de água disponível no solo, utilizaram-se células de Colman colocadas, uma para cada tratamento, a 0,12 m de profundidade no centro da subparcela. Irrigou-se quando as leituras no Medidor Colman indicavam resistências elétricas que correspondiam a 30, 50 ou 70% da água disponível no solo para os respectivos tratamentos.



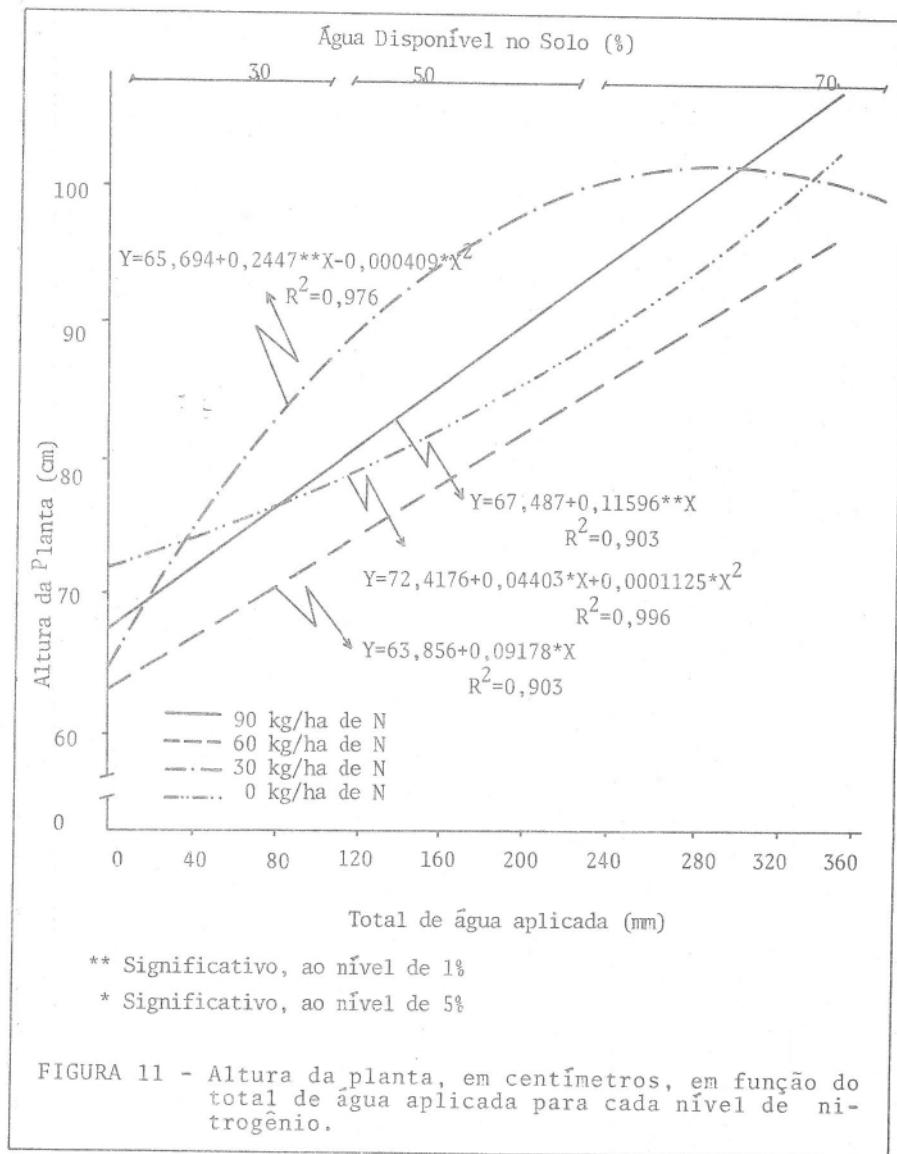
As maiores produções foram obtidas quando a umidade do solo atingiu um mínimo de 70% da água disponível.

A irrigação por aspersão, em quaisquer dos níveis estudados, resultou em produções de grãos mais elevadas do que quando o arroz recebia apenas água das chuvas.

Os níveis de nitrogênio não influíram na produção de grãos.

QUADRO 6 - Altura média da planta, em centímetros, em função da água disponível no solo, com seu equivalente em total de água aplicada e de níveis de nitrogênio

Água disponível (%)	Total médio de água aplicada (mm)	Níveis de nitrogênio (kg/ha)			Média
		0	30	60	
70	354,1	102	101	100	102
50	149,4	82	91	66	93
30	71,9	75	84	74	74
S/Irrigação	0,0	73	64	67	66
Média		83	85	77	84



** Significativo, ao nível de 1%

* Significativo, ao nível de 5%

FIGURA 11 - Altura da planta, em centímetros, em função do total de água aplicada para cada nível de nitrogênio.

O número de plantas por área não foi influenciado pela umidade do solo na ausência de nitrogênio; nos níveis de 30 e 60 kg de nitrogênio/ha os maiores números de plantas por área foram obtidos nos níveis de 30 e 50% de água disponível no solo; no nível de 90 kg de nitrogênio/ha os maiores números de plantas foram obtidos no nível mais alto de umidade.

O número de panículas por metro quadrado e a fertilidade de perfilhos tenderam a aumentar nos níveis mais altos de umidade do solo.

Os maiores números de espiguetas e grãos cheios por panícula foram obtidos no nível mais alto de umidade do solo; contudo, não sofreram influência do nitrogênio aplicado.

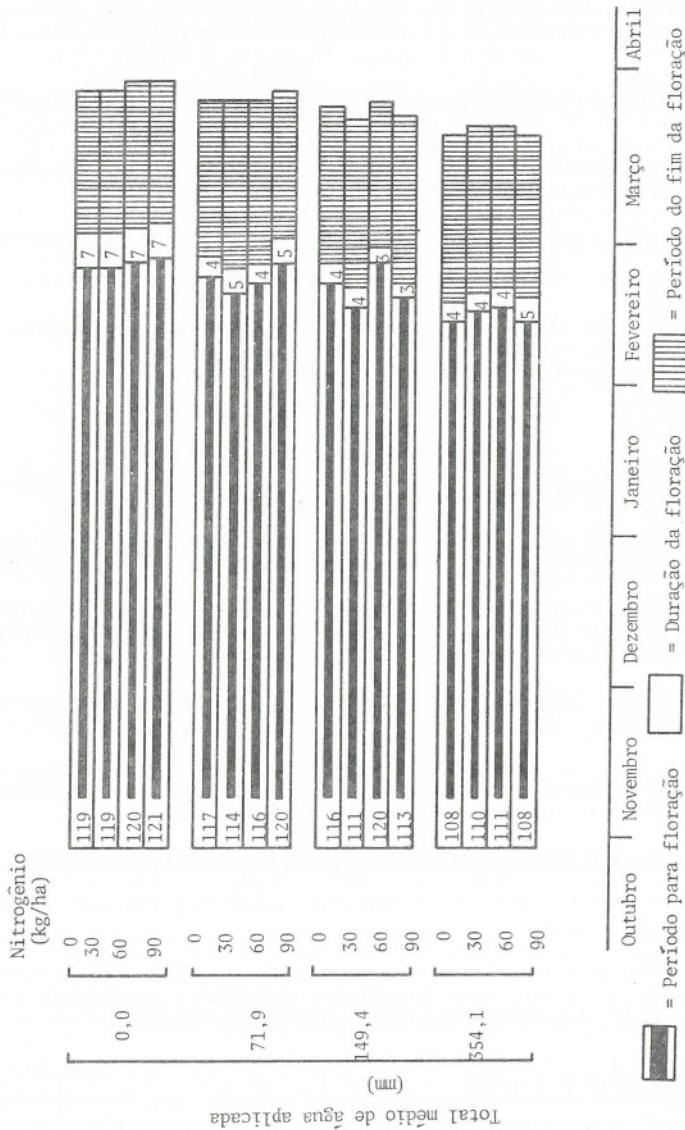


FIGURA 12 - Efeito dos totais de água aplicada e dos níveis de nitrogênio sobre a duração do "período para a floração" e sobre a "duração da floração" (*)

(*) Os números dentro das faixas indicam a duração de cada período.

Os maiores pesos de grãos, assim como as plantas mais altas, foram obtidos nos níveis mais altos de umidade do solo, em todas as doses de nitrogênio.

5. SUMMARY

Research was conducted to study the effects of four levels of soil water and four levels of nitrogen fertilizer on the rice varieties 'IAC-1246' and 'IR665-4-1', grown under sprinkler irrigation. The experiment was carried out in fields at the Federal University of Viçosa, Minas Gerais, Brazil, in a Cambic Red-Yellow Podzol, terrace phase.

Water treatments consisted of natural rainfall and irrigation to maintain minimum levels of 30, 50 and 70% of available water. A basic application of fertilizers — 120 kg/ha of phosphate (P_2O_5) and 60 kg/ha of potassium (K_2O) — was made at planting. Nitrogen levels were 0, 30, 60 and 90 kg/ha, with one third of the total amount being applied at planting and the rest 70 days later.

All irrigations regimes provided insufficient water for 'IR665-4-1', so only the yield of 'IAC-1246' was analyzed. The principal conclusions can be summarized as follows:

1. The highest yield was obtained with irrigation to maintain 70% of available water as a minimum.
2. The production in all the three irrigation treatments was higher than the treatment with only natural rainfall.
3. The nitrogen applied did not affect production.

6. LITERATURA CITADA

1. ANUÁRIO ESTATÍSTICO DO BRASIL — 1974. Rio de Janeiro, p. 189.
2. BACCHI, O. & ZING, E. *Teor de umidade em sementes: comparação de resultados obtidos com o emprego de diferentes métodos*. Recife, ABCAR, S/d. 56 p.
3. CHANDLER, R.F. Plant morphology and stand geometry in relation to nitrogen. In: DINAUER, R.C. *Physiological aspects of crop yield*. Wisconsin, American Society of Agronomy, 1969. p. 265-285.
4. CHANDRARATNA, M.F. *Genetics and breeding of rice*. London, Longmans Green, 1964. 389 p.
5. CHAUDHRY, M.S., & McLEAN, E.O. Comparative effects of flooded and unflooded soil conditions and nitrogen application on growth and nutrient uptake by rice plants. *Agronomy Journal*, 55(6):565-567. 1963.
6. CHEANEY, R.L. O manejo d'água. *Lavoura Arrozeira*, 26(260):3-48. 1973.
7. COLMAN, E.A. *Soil moisture meter and cells*. Instruction Manual MC-300A. Soil Test, Ins., 1970. 18 p.
8. CRUZ, J.C. *Efeito de diferentes tensões de umidade no solo, em duas fases de desenvolvimento da planta, com relação ao crescimento e à produção do arroz*. Viçosa, U.F.V., Imprensa Universitária, 1974. 32 p. (Tese M.S.).
9. DAKER, A. *A água na agricultura. Irrigação e drenagem*. Rio de Janeiro, Freitas Bastos, 1973, V. 3, 453 p.
10. DEL GIUDICE, R.M., BRANDÃO, S.S., GALVÃO, J.D. & GOMES, F.R. Irrigação do arroz por aspersão: profundidade de rega e limites d'água disponível. *Experientiae*, 18(5):103-123. 1974.
11. DINIZ, J.A. *Comportamento de cultivares de arroz, em terras altas, sob regime de irrigação por aspersão, em diferentes níveis de adubação nitrogenada*. Viçosa, U.F.V., Imprensa Universitária, 1975. 53 p. (Tese M.S.).

12. ENYI, B.A.C. The influence of varying phosphorus and water supply on the growth and yield of a swamp rice variety (*Oriza sativa* L.) *J. Agric. Sci.*, 61(2):227-231. 1963.
13. ENYI, B.A.C. Effect of varying phosphorus and water supply on growth and yield of on upland rice variety (*Oriza sativa* L.), *Trop. Agric.*, 41(1): 47-53. 1964.
14. ENYI, B.A.C. Comparative studies of upland and swamp rice varieties (*Oriza sativa* L.). I. Effect of soil moisture on growth and nutrient uptake. *J. Agric. Sci.*, (67(1):1-13. 1968.
15. GRIST, D.H. *Rice*. 4. ed. London, Longmans Green, 1965. 548 p.
16. HALM, A.T. Effect of water regime on the growth and chemical composition of two rice varieties. *Trop. Agric.*, 44(1):33-37. 1967.
17. HATTA, S. Water consumption in paddy field and water-saving rice culture in tropical zone. *Jap. J. Trop. Agric.*, 3(11):106-112. 1971. In: FIELD CROP ABSTRACTS, 1969. (Abstract 1870).
18. INTERNATIONAL RICE RESEARCH INSTITUTE, Los Baños. *Annual report for 1967*. Los Baños, 1968. p. 147-212.
19. INTERNATIONAL RICE RESEARCH INSTITUTE, Los Baños. *Annual report for 1970*. Los Baños, 1971. p. 123-156.
20. KHAN, M.A.A., HAMID, S.A. & HASSAIN, M.A.. Effect of induced drought. *Pakistan Journal of Biological and Agricultural Science*, Dacca, 12(1):1-22, 1969. In: FIELD CROP ABSTRACTS, 25(2):263. 1972. (Abstract 1885).
21. KOYAMA, T. & NIAMSIRICHAND, N. Soil-plant nutrition studies on tropical rice. VI. The effect of different levels on nitrogen utilization by rice plants. *Soil Science and Plant Nutrition*, 19(4):265-274. 1973.
22. OLIVEIRA, A.B. *Efeito do espaçamento entre fileiras e a densidade de plantio em dois cultivares de arroz, sob irrigação por aspersão*. Viçosa, U.F.V., Imprensa Universitária, 1976. 44 p. (Tese M.S.).
23. PANDE, H.K. & SING, P. Water and fertility management of rice varieties under low atmospheric evaporative demand. *J. Agric. Sci.*, 75(1):61-67. 1970.
24. POLI, P. Experimento di cultura di riso con irrigazioni a pioggia. *Riso*, 6(2):12-14. 1957. In: FIELD CROP ABSTRACTS, 11(1):21. 1958. (Abstract 107).
25. RANDIN, A., SATTAR, A.R. & CHAUDHRY, M.S. Sprinkler irrigation for rice crop: a possibility. *Revue Agric. Sucr. Ile Maurice*, 48(4):331-332. 1969. In: FIELD CROP ABSTRACTS, 24(1):62. 1971. (Abstract 443).
26. RICHARDS, L.A. Methods of measuring soil moisture tension. *Soil Science*, 68(1):95-112. 1949.
27. SHCHUPAKOVSKII, V.F. Dependence of yield and quality of rice on soil moisture regimes. *Trudy Uzesoyuznyi Mauchno-Isoledovatel-skii Institut Risa*, 1:145-153. 1971. In: FIELD CROP ABSTRACTS, 25(2):263. 1972. (Abstract 1886).
28. STROVER, P.M. Irrigated rice: potential lowvel crop. *Rhodesia Agric. J.* 67(2):39-40. 1970. In: FIELD CROP ABSTRACTS, 24(1):63:1971. (Abstract 444).