IRRIGAÇÃO POR CORRUGAÇÃO EM TRIGO (*Triticum aestivum* L.), SOB DIFERENTES DOSES DE ADUBAÇÃO NITROGENADA.

Rinaldo de Oliveira Calheiros

Orientador: Prof. Dr. RUBENS SCARDUA

Dissertação apresentada à Escola Superior
de Agricultura "Luiz de Queiroz", da
Universidade de São Paulo, para obtenção
do título de Mestre em Irrigação e Drenagem.

Piracicaba
Estado de São Paulo - Brasil

Setembro, 1984

Aos meus Pais,
minha Esposa e
meus Filhos que dedicaram
seus esforços, carinho e
amor tornando realidade
este sonho, dedico este
trabalho.

AGRADECIMENTOS

Ao professor Dr. Rubens Scardua, orientador deste trabalho, pela amizade e ensinamentos recebidos.

À Unidade de Execução de Pesquisa de Âmbito Estadual de Dourados - UEPAE Dourados, pertencente à Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária - EMBRAPA, pela oportunidade da realização do experimento.

Ao Dr. Luiz Geraldo Mialhe pelo apoio técnico.

Ao amigo Dr. José Alcindo Rittes, pela manifestação de toda a solidariedade e incentivo.

À Fundação de Ensino e Tecnologia de Alfenas e à Fundação Gammon de Ensino, pela compreensão e promoção.

Ao Sr. Herculano Perecin, funcionário do Departamento de Engenharia Rural da ESALQ, pelo interesse e dedicação.

Aos meus amigos e colegas de trabalho, Claudio Alberto Souza de Silva e Maurício Rumiatto, pela ajuda e sugestões.

Às amigas Tânia Denise Figueiredo, Alzira Facco Saturnino e Dagmar Voigtländer Pereira pela dactilografia.

Enfim, a todos que, direta ou indiretamente colaboraram para a realização deste trabalho.

Í N D I C E

	Pág.
RESUMO.....	xii
SUMMARY.....	xiv
1. INTRODUÇÃO.....	1
2. REVISÃO DE LITERATURA.....	3
3. MATERIAIS E MÉTODOS.....	11
3.1. Descrição Geral da Área.....	11
3.1.1. Local e Características do Solo.....	11
3.1.2. Caracterização Climática.....	16
3.2. Condução do Experimento.....	16
3.2.1. Delineamento Experimental.....	16
3.2.2. Materiais Utilizados para a Irrigação.....	18
3.2.3. Instalação do Experimento.....	25
3.2.4. Manejo da Irrigação.....	25
3.3. Determinações Executadas.....	27
3.3.1. Dados Biométricos.....	27
3.3.2. Parâmetros Básicos da Irrigação.....	29
3.3.3. Controle dos Sedimentos.....	29
3.4. Análise Estatística.....	29
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	32
4.1. Dados Biométricos.....	32
4.1.1. Produção de Grãos.....	32
4.1.2. Número de Perfilhos.....	37
4.1.3. Peso do Hectolitro.....	40
4.1.4. Altura de Plantas.....	43
4.1.5. Número de Grãos por Espiguetas.....	45
4.1.6. Peso de mil sementes.....	45
4.2. Parâmetros Básicos da Irrigação.....	48
4.3. Erosão no Sulco de Irrigação.....	70

	Pág.
5. CONCLUSÕES.....	80
6. LITERATURA CITADA.....	82
APÊNDICE.....	86

LISTA DE TABELAS

Tabela	Pág.
1 Vazões máximas não erosivas para sulcos corruga- dos em diferentes declives segundo a fórmula $Q_m = \frac{C}{S}$	6
2 Análise granulométrica do solo, realizada pelo método de Boyoucos em camadas de 20 cm de 0 a 220 cm de profundidade.....	13
3 Análise química do solo da área experimental à profundidade de 0-40 cm do local de experimentação.	15
4 Médias mensais de temperatura, umidade relativa do ar, precipitação pluviométrica e evaporação, registradas durante o período experimental,.....	17
5 Manejo da irrigação no trigo nos diferentes es- tádios fenológicos da cultura.....	26
6 Rendimento de grãos de trigo em kg/ha, obtidos para três vazões de água no sulco de irrigação por corrugação sob diferentes níveis de adubação nitrogenada.....	34
7 Número de perfilhos de trigo, obtidos para três vazões de água no sulco de irrigação por corru- gação sob diferentes níveis de adubação nitroge- nada.....	39
8 Peso do hectolitro de trigo em kg/ha, obtido pa- ra três vazões de água no sulco de irrigação por corrugação sob diferentes níveis de adubação ni- trogenada.....	42

Tabela

Pág.

9	Altura de plantas de trigo, em cm, obtida para três vazões de água no sulco de irrigação por corrugação, sob diferentes níveis de adubação nitrogenada.....	44
10	Números de grãos por espiguetas de trigo, obtidos para três vazões de água no sulco de irrigação por corrugação, sob diferentes níveis de adubação nitrogenada.....	46
11	Peso de mil sementes de trigo, em gramas, obtidos para três vazões de água no sulco de irrigação por corrugação sob diferentes níveis de adubação nitrogenada.....	47
12	Média dos tempos de avanço da água no sulco de 50 m das três vazões utilizadas na primeira e segunda irrigação.....	49
13	Dados médios de velocidade de infiltração de água no solo para três vazões diferentes em três repetições.....	54
14	Valores do tempo de avanço, tempo de irrigação e lâmina de irrigação para cada ponto ao longo do sulco na vazão 0,42 l/s.....	63
15	Valores do tempo de avanço, tempo de irrigação e lâmina de irrigação para cada ponto ao longo do sulco na vazão 0,62 l/s.....	67
16	Valores do tempo de avanço, tempo de irrigação e lâmina de irrigação para cada ponto ao longo do sulco na vazão 0,70 l/s.....	69

Tabela

Pág.

17	Erosão instantânea em g/l durante o tempo de irrigação nas três vazões testadas do experimento de trigo irrigado por corrugação.....	71
18	Decréscimo da taxa de erosão no sulco ocorrida entre a primeira e segunda irrigação considerando-se um tempo de aplicação de água de 30 minutos.	76
19	Nível de erosão ocorrida no sulco a cada irrigação com aplicação de uma lâmina de 7,0 mm para cada uma das três vazões testadas.....	77
20	Quantidades de solo carregado, por hectare irrigado, na primeira e segunda irrigação de 7,0 mm de lâmina de água aplicada para as três vazões testadas.....	79

LISTA DE FIGURAS

Figura		Pág.
1	Curva de retenção da água no solo dada em tensão de água para diferentes porcentagens de umidade com base em peso.....	14
2	Estrutura de derivação e distribuição de água no sulco, composto de tubos janelados e estrutura uniformizadora de vazão.....	19
3	Regulagem da vazão da água no sulco através da estrutura uniformizadora de vazão.....	20
4	Croqui do experimento.....	21
5	Controle da vazão de entrada no sulco através de calhas trapezoidais.....	22
6	Posicionamento das calhas trapezoidais para controle da vazão de entrada no sulco.....	23
7	Curva de calibração da calha trapezoidal nº 2...	24
8	Vacuômetros utilizados na indicação da tensão de água no solo.....	28
9	Coleta no final do sulco do material carregado...	30
10	Precipitação pluviométrica, irrigações e tensões de água no solo ocorridas durante o ciclo fenológico do trigo irrigado por corrugação.....	33
11	Curva do rendimento de grãos (kg/ha) de trigo obtidos para vazões de água no sulco de irrigação por corrugação sob diferentes doses de adubação nitrogenada em cobertura.....	36

Figura		Pág.
12	Doses de Máxima Eficiência Econômica para diferentes relações do preço unitário do insumo/preço unitário do grão.....	38
13	Curva da equação de regressão de número de perfilhos de trigo para três vazões de água no sulco de irrigação sob diferentes doses de adubação nitrogenada.....	41
14	Curva de avanço da água no sulco corrugado na vazão 0,27 l/s na primeira irrigação.....	50
15	Curva de avanço da água no sulco corrugado na vazão 0,42 l/s na primeira e segunda irrigação....	51
16	Curva de avanço da água no sulco corrugado na vazão 0,62 l/s na primeira e segunda irrigação....	52
17	Curva de avanço da água no sulco corrugado na vazão 0,70 l/s na primeira e segunda irrigação....	53
18	Curva de infiltração instantânea da vazão 0,42 l/s na segunda irrigação.....	56
19	Curva de infiltração instantânea da vazão 0,62 l/s na segunda irrigação.....	57
20	Curva de infiltração instantânea da vazão 0,70 l/s na segunda irrigação.....	58
21	Curvas de infiltrações instantâneas e acumuladas do solo do experimento de irrigação em trigo por corrugação para a vazão 0,42 l/s na segunda irrigação.....	59

Figura		Pág.
22	Curvas de infiltrações instantâneas e acumuladas do solo do experimento de irrigação em trigo por corrugação para a vazão 0,62 l/s na segunda irrigação.....	60
23	Curvas de infiltrações instantâneas e acumuladas do solo do experimento de irrigação em trigo por corrugação para a vazão 0,70 l/s na segunda irrigação.....	61
24	Representação gráfica dos perfis molhados para a vazão 0,42 l/s e relação entre suas áreas calculadas com planímetro na relação 1:1.....	64
25	Representação gráfica dos perfis molhados para a vazão 0,62 l/s e relação entre suas áreas calculadas com planímetro na relação 1:1.....	66
26	Representação gráfica dos perfis molhados para a vazão 0,70 l/s e relação entre suas áreas calculadas com planímetro na relação 1:1.....	68
27	Erosão do sulco ao longo do tempo de irrigação para a vazão 0,42 l/s na primeira e segunda irrigação.....	72
28	Erosão do sulco ao longo do tempo de irrigação para a vazão 0,62 l/s na primeira e segunda irrigação.....	73
29	Erosão do sulco ao longo do tempo de irrigação para a vazão 0,70 l/s na primeira e segunda irrigação.....	74

IRRIGAÇÃO POR CORRUGAÇÃO EM TRIGO (*Triticum aestivum* L.),
SOB DIFERENTES DOSES DE ADUBAÇÃO NITROGENADA

Candidato: Rinaldo de Oliveira Calheiros

Orientador: Dr. Rubens Scardua

RESUMO

Com o objetivo de caracterizar os principais parâmetros da irrigação por corrugação e de também determinar o melhor nível de adubação nitrogenada para o trigo, foi conduzido um experimento na Unidade de Execução de Pesquisa de Âmbito Estadual de Dourados (EMBRAPA - UEPAE Dourados), durante o período de maio a outubro de 1983.

Foram testadas quatro vazões (0,27, 0,42, 0,62 e 0,70 l/s) sendo que à exceção da primeira que se mostrou inadequada, cada uma delas constituiu um experimento de delineamento de blocos casualizados com cinco repetições. Os tratamentos envolveram seis níveis de adubação nitrogenada: um sem aplicação de N e cinco com 20 kg/ha de N aplicados no plantio recebendo 0, 30, 60, 90 e 120 kg/ha de N por ocasião do início da elongação.

A irrigação, através do método de sulcos, consistiu de um sistema de sulcos corrugados de declive de 4% abastecidos por um canal do qual a água foi derivada por tubos janelados. Utilizou-se uma estrutura homogeneizadora de vazão conectada às janelas dos tubos. A determinação da velocidade de infiltração de água no sulco foi através da metodologia "in flow - out flow". A irrigação obedeceu o manejo determinado através de diferentes tensões em diferen

tes estádios fenológicos da cultura onde para o controle da tensão de água no solo utilizou-se tensiômetro e o método de gravimetria.

Os resultados obtidos indicam o nível N_5 (20 kg/ha de N no plantio e 90 kg/ha em cobertura) o de maior rendimento de grãos (2.073,0 kg/ha) sendo 36% mais produtivo que a testemunha (1.521 kg/ha).. Achou-se a dose de 95 kg/ha de N como a de Máxima Eficiência Técnica cuja produção alcançaria 2.007 kg/ha. Com base nos preços unitários do insumo e do grão, vigentes na época, determinou-se a Dose de Máxima Eficiência Econômica de 75 kg/ha de N com a produção de 1.986 kg de grãos/ha.

Não foi observado resposta ao N para os parâmetros biométricos, peso do hectolitro, altura de plantas, número de grãos por espiguetas e peso de mil sementes. Verificou-se a resposta significativa no número de perfilhos em que a dose N_6 (20 - 120 kg/ha de N no plantio e em cobertura respectivamente) foi a que apresentou maior resposta.

Com respeito à vazão de escoamento da água no sulco de irrigação a vazão 0,70 l/s foi a que apresentou menores perdas por percolação profunda e escoamento superficial obtendo níveis considerados razoáveis.

Por outro lado, a erosão ocorrida no sulco foi menor na vazão 0,42 l/s (20,2 kg/ha de terra carregada do sulco), sendo que a vazão 0,62 l/s foi 13% superior (22,8 kg/ha de terra carregada) e a vazão 0,70 l/s foi 61% superior (32,6 kg/ha de terra carregada).

DETERMINATION OF BASIC PARAMETERS FOR CORRUGATION
IRRIGATION IN WHEAT, (*Triticum aestivum* L.), UNDER
DIFFERENT LEVELS OF NITROGEN FERTILIZATION

Candidate: Rinaldo de Oliveira Calheiros

Adviser: Dr. Rubens Scardua

SUMMARY

A research work aimed to adjust some of the parameters used in irrigation with corrugated systems, was conducted at the UEPAE Dourados, from May to October 1983. In the same experiment, six levels of nitrogen were tried.

The irrigation layout consisted of a system of corrugated furrows, being the water supplied from a canal, from which it was delivered through a gated pipe.

A flux-homogenizer device was connected to the holes of the pipe. The measurement of the parameters related to the water progress along the furrows was done by the method in-flow-out-flow. The irrigation management was determined as a function of the water diffusion pressure at the different growth stages of the wheat plants. The water diffusion pressure was measured by means of a tensiometer, and by gravimetric determinations.

The results obtained show that the nitrogen level 5 was the one which produced the highest grain yield, 2.073 kg/ha, being 36 % higher than the check, 1.521 kg/ha. 95 kg/ha of nitrogen was found to be the level of maximum technical efficiency, yielding 2.007 kg/ha. Based on current prices of grain and fertilizer, the maximum economical efficiency was determined as being 75 kg/ha of nitrogen, yield-

ing 1.986 kg/ha of grain. No response of test weight plant height, number of kernels per spikelet, or thousand-seed-weight was observed. The number of tillers per plant increased significantly up to level six of nitrogen. With respect to irrigation parameters, the water flow of 0,70 l/sec. was the one which showed the least water losses through deep percolation and runoff, being the amount measured considered reasonable. On the other hand, the erosion observed in the furrow was less when the water flow was 0,42 l/sec., 20 kg of soil removed. When the water flow was 0,62 and 0,70 l/sec., soil loss was 13 and 61 % greater, respectively.

1. INTRODUÇÃO

Dentre os cereais mais cultivados no mundo, o trigo ocupa o primeiro lugar em importância. Dadas suas exigências climáticas, seu cultivo nos trópicos é realizado nos períodos mais frios do ano, quando muitas vezes, a precipitação pluviométrica é mal distribuída. Este fato torna a prática da irrigação, como forma de suplementação de água, um fator de produção de fundamental importância para a exploração racional e econômica da cultura.

Segundo DAKER (1973), o trigo tem sido explorado desde os primórdios da civilização sob diferentes métodos de irrigação. A elevação das águas do rio Nilo, provocava inundações de suas margens, dotando a área de cultivo não só de umidade, como também de matéria orgânica, proporcionando aos egípcios, anos de prosperidade.

Atualmente o trigo é irrigado através do método de aspersão e de métodos superficiais tais como, inundação e sulcos de infiltração.

O método de sulcos por corrugação, apresenta-se como uma opção viável em áreas com declives acentuados, em que o emprego de sulcos convencionais não é aconselhado. Pequenas vazões envolvidas por sulcos, espaçamentos reduzidos e sulcos relativamente superficiais, tornam este sistema ade-

quando principalmente para culturas de sistema radicular superficial, semeadas em linha e com espaçamentos reduzidos.

Dada as características de solo, topografia, e disponibilidade de água no estado de Mato Grosso do Sul, mais especificamente a região tritícola, a corrugação surge como alternativa de irrigação, principalmente quando se considera os elevados investimentos e custos operacionais exigidos pelos diferentes sistemas de irrigação por aspersão.

A determinação dos parâmetros envolvidos neste sistema é importante para sua utilização racional e econômica, e para a conservação do solo. Dentre os principais destacam-se a vazão no sulco, seu comprimento, declive e taxas de erosão observadas para cada uma das combinações desses elementos.

Por outro lado, a adição natural ou artificial de água promove uma alteração no comportamento dos nutrientes no complexo do solo e, sendo o nitrogênio o elemento mais solúvel e translocável, a influência da irrigação no seu aproveitamento pela planta, tem despertado interesse e muita polêmica no campo científico.

O objetivo deste trabalho foi, fixando-se parâmetros como declive e comprimento do sulco, determinar a vazão de escoamento mais indicada ao tipo de solo em estudo. Paralelamente procurou-se verificar a influência da irrigação por corrugação sob vários níveis de adubação nitrogenada nas características vegetativas e de produção do trigo.

2. REVISÃO DE LITERATURA

Em relação à necessidade hídrica da cultura do trigo, diversos autores, FERREIRA et alii (1973), GARRIDO et alii (1979), WILSON (1969) e RODRIGUES E VÉLEZ (1979), indicam que a cultura do trigo apresenta uma exigência média bastante discreta ao longo do seu ciclo fenológico. De modo geral, indicam que nos estádios iniciais e finais do ciclo da cultura a ocorrência de baixo teor de umidade no solo não só deixa de influir no rendimento de grãos como chega a ser até benéfico. Sugerem por outro lado, que no estágio intermediário (do emborrachamento ao estágio de grão leitoso) há acréscimo na produtividade quando a tensão de água no solo diminui, sendo que a irrigação assume então papel fundamental no aumento da produtividade.

Segundo OLITTA (1978), a irrigação por correção é um dos sistemas indicados para cultivos de cereais e pastagens plantadas em alta densidade por unidade de área

sendo que nesta condição inclui-se perfeitamente o trigo. Afirmar ainda que o sistema é utilizado em terrenos com declives de até 10% no sentido do sulco.

HIDALGO (1971), indica que dos métodos superficiais, este é mais adequado para terrenos argilosos, uma vez que a irrigação por inundação forma crosta na superfície do solo, que dificulta ou impede a emergência das sementes.

SILVA e LEITE (1979), relatam que a irrigação do trigo nos cerrados pode ser feita através da infiltração por corrugação. Segundo estes autores, em solos argilosos, a água circulando nos sulcos provoca a dispersão das partículas de argila que obstruem os poros, diminuindo assim a velocidade de penetração. Esta dispersão permite uma irrigação eficiente e sem erosão em terrenos com declives menores de 6 %. Declives menores que 1 % provocam alta infiltração e um avanço lento de água, podendo causar poças altamente prejudiciais ao trigo. Neste sistema, os sulcos de corrugação conduziram um filete de água no sentido do maior declive distanciados de 80 cm entre si e as fileiras do trigo foram plantadas perpendicularmente a eles. Sob esta modalidade de irrigação, a produtividade de certos experimentos atingiram 2.500 a 3.000 kg/ha.

HIDALGO (1971) afirma que o espaçamento, a profundidade e o comprimento do sulco variam com a textura do solo e sua declividade. O espaçamento é função da permeabilidade e a profundidade varia de 7 a 12 cm.

STANLEY citado por HIDALGO (1971) apresentando dados gerais sobre parâmetros de sulcos corrugados indica para plantas de raízes e solos rasos e profundos, para os três tipos texturais de solo e ainda declives de 2 a 10%, comprimentos de sulcos que vão de 170 a 30 metros e espaçamento de 0,60 a 0,38 cm entre sulcos.

Quanto ao aspecto da irrigação por sulcos corrugados, SILVA et alii (1981) trabalhando em latossolo

vermelho-escuro com cerca de 40 % de argila e declive de 4 % determinaram a infiltração da água com auxílio dos aneis infiltrômetros cujos resultados foram de 14 a 24 cm por hora, enquanto que no sulço de irrigação por corrugação a infiltração variou de 1 a 3 cm por hora, portanto aproximadamente dez vezes menor.

BOOHER (1974) afirma que os fatores determinantes do fluxo de água nos sulcos convencionais são aplicáveis também para a corrugação e que o fluxo no começo da rega deve ser tal que permita escoar com segurança, sem provocar erosão nos sulcos. A fórmula para determinar o fluxo máximo não erosivo que se utiliza para a irrigação por sulcos é a seguinte: $Q_m = \frac{C}{S}$, onde S é o declive expresso em percentagem, C é igual a 0,60 sendo Q_m (vazão máxima) dada em litros/segundos, pode aplicar-se a corrugação conforme Tabela 1.

Dada a complexidade de diversos fatores que interagem na disponibilidade final do nitrogênio para a planta, as conclusões obtidas nos diversos estudos já realizados, ficam impedidas de serem generalizadas e extrapoladas para outros locais.

MUZILLI e HOEPFNER (1981) afirmam que o diagnóstico da necessidade de nitrogênio para o trigo implica no conhecimento das condições de uso e manejo do solo, da capacidade de resposta das cultivares ao emprego de adubo nitrogenado e ainda, da ocorrência e distribuição de chuvas na região, já que a aplicação de adubo nitrogenado em períodos secos, pouco ou nenhum benefício tem trazido às lavouras.

Segundo FABRÍCIO (1980), alguns dos problemas com nitrogênio são a lixiviação, a desnitrificação, além da volatilização do NH_3 . Para o mesmo, a lixiviação e a desnitrificação talvez não sejam tão importantes no Mato Grosso do Sul, devido à acentuada diminuição da precipitação durante o cultivo do trigo. A volatilização possivelmente, é o mais importante fator de perdas de nitrogênio devido a altas tem-

Tabela 1. Vazões máximas não erosivas para sulcos corrugados em diferentes declives segundo a fórmula $Q_m = \frac{C}{S}$.

Declive dos sulcos (%)	Vazão máxima (ℓ/seg)
2	0,30
4	0,15
6	0,10
8	0,08
10	0,06
12	0,05

peraturas e a baixa CTC dos solos.

THAKUR (1982), conduzindo um experimento objetivando avaliar o efeito do método de conservação de umidade do solo e do nitrogênio em relação à umidade na produção do trigo revelaram que o aumento de 40 kg/ha para 80 kg/ha, trouxe um significativo acréscimo na produção de grãos e na matéria seca. Os principais componentes da produção também foram afetados positivamente, havendo acréscimos no número efetivo de perfilhos por metro, comprimento e número de grãos da espiga.

FERNANDEZ e LAIRD (1959) realizaram trabalho mostrando que a interação umidade x nitrogênio, revelou efeitos positivos no rendimento de grãos do trigo com o aumento no teor de umidade do solo.

MAGALHÃES et alii (1978) conduzindo experimento com trigo irrigado procuraram determinar o mais eficiente fracionamento e a melhor época da aplicação de adubo nitrogenado para diversas cultivares. A irrigação foi efetuada através de sulcos de 5 m, espaçados de 60 cm e irrigou-se sempre que a média das leituras dos tensiômetros acusava tensões de 0,6 a 0,8 bar. Constataram que o melhor rendimento de grãos foi obtido com a combinação 40 e 20 kg/ha de N aplicado no plantio e por ocasião do início da formação do primórdio floral, respectivamente. Nos diversos tratamentos, não foi constatada diferença estatística para peso do hectolitro.

MUZILLI e HOEPFNER (1981) atribuem à ação de fatores climáticos, principalmente a ocorrência e distribuição das chuvas, o fato de ocorrerem respostas positivas ao emprego de adubação nitrogenada. Estes resultados porém são raros e consideram muito reduzidas as perspectivas de melhorar o rendimento de lavouras pelo emprego de nitrogênio dada as características das cultivares utilizadas: porte alto, excesso de folhas, propensão ao acamamento, maior suscetibilidade às doenças e ciclo vegetativo muito prolongado.

STANFORD et alii citados por GOMAH e AMER (1981) afirmam que a suplementação potencial de nitrogênio, varia com o tipo de solo, histórico das culturas e fertilizações utilizadas, precipitação e irrigação. Na presença de altas frequências de irrigação a lixiviação do NO_3 abaixo da zona radicular é tida como um problema, além disto, pouca aeração do solo que acompanha a alta dotação de rega decresce o aproveitamento de nitrogênio pela planta como resultado da denitrificação.

GOMAH e AMER (1981) conduzindo um experimento de plantios subsequentes de algodão e trigo visando estudar o efeito do nitrogênio residual e da adubação nitrogenada no trigo concluíram que a produção de grãos aumentou significativamente com a adubação nitrogenada, alcançando o máximo rendimento com 75 kg/ha de N.

As altas doses causaram acamamento do trigo e uma significativa redução na produção foi observada para a aplicação de 125 kg/ha de N.

RAMOS (1981) procurou caracterizar a curva de resposta do trigo à aplicação de nitrogênio em latossolo vermelho-escuro, de textura argilosa, utilizando diversas cultivares e as seguintes doses: 0, 40, 80, 120 e 160 kg/ha de N. Em três anos, verificou-se uma resposta crescente de produtividade em relação às doses de nitrogênio. A quantidade necessária para alcançar a produtividade máxima foi de 108 kg/ha de N.

SILVA et alii (1976) comenta que em 1974 foi conduzido um experimento em Luiziânia, Goiás, visando verificar a importância da adubação nitrogenada em cobertura em duas diferentes épocas de aplicação. Foram aplicados 30 kg/ha de N aos 30 dias no sulco de irrigação e em outras parcelas mais 30 kg/ha de N aos 60 dias. Os resultados mostraram que na média de quatro cultivares, a aplicação de nitrogênio no sulco não foi efetiva, propiciando pequeno aumento no rendimento de grãos, não compensando sua aplicação. No entanto hou-

ve comportamento diferenciado entre as cultivares. Em outro experimento, foram aplicados no sulco de irrigação e a lanço 30 kg/ha de N, 45 dias após a emergência. Não houve efeito da aplicação de nitrogênio em relação à testemunha, para três cultivares e com duas doses de aplicação básica.

TIWARI e SINGH (1969) submeteram a cultura do trigo a três irrigações intensivas (50, 75 e 100 mm/irrigação), três freqüências de irrigações (2, 3 e 4 irrigações/ciclo) e três doses de adubação nitrogenada (0; 33,6 e 62,2 kg/ha). Houve um aumento progressivo na altura de plantas, número de perfilhos/planta, número de grãos/espiga e rendimento de grãos, comprimento de espigas e peso de 100 sementes, com doses crescentes de N.

SILVEIRA (1976) submeteu à cultura do trigo a doses crescentes de nitrogênio, 0, 30, 60 e 90 kg/ha e tratamentos de umidade do solo, 3, 6 e 9 atm de tensão e um tratamento sem irrigação. A produção de grãos, números de perfilhos e de espigas por metro, número de espigas férteis, número de espigas tardias e teor de proteína do grão foram crescentes com a elevação do nível de nitrogênio no solo, enquanto que o peso de 1.000 grãos atingiu o máximo com a aplicação de 60 kg/ha de N.

CAMPBELL e DAVIDSON (1979) desenvolveram um experimento sobre a influência da temperatura, adubação nitrogenada e "stress" hídrico com relação a produção, componente de produção, concentração de proteína e eficiência do uso da água pelo trigo. Com a aplicação de 44, 88 e 132 kg/ha de N e promoção de "stress" hídrico em diferentes estádios da cultura, verificou-se que o mais importante fator à produção de grãos foi o nitrogênio, enquanto o "stress" (15 atm) aplicado entre o perfilhamento e o espigamento não afetou a produção. Indicam que as interações umidade x nitrogênio e temperatura x umidade tiveram influência altamente significativa na produção de grãos. Constatou-se que à despeito do acrés-

cimo da produção de grãos diretamente proporcional à adubação nitrogenada, a concentração de proteínas nos grãos teve comportamento inverso.

AGARWAL e YADAV (1978) estudando o efeito do nitrogênio e de níveis de irrigação no desenvolvimento e produção do trigo, verificaram que houve interação significativa entre nitrogênio e níveis de irrigação em dois anos. Constataram que a produção de grãos e matéria seca com quatro irrigações não aumentou significativamente além de 80 kg/ha de N, enquanto que com cinco e seis irrigações o aumento significativo foi até 120 kg/ha de N. Concluíram que houve interação entre fertilizante e umidade do solo.

Estes resultados são coincidentes com BAUER et alii (1965) que também constataram que a adubação nitrogenada aumentou a produção e eficiência do uso da água em condições adequadas de umidade no solo.

Resultados bastante próximos alcançaram ROBINS e DOMINGOS (1962) conduzindo um experimento para determinar o efeito do "stress" hídrico em determinados estádios do ciclo da cultura em combinação com diferentes taxas de aplicação de nitrogênio. Constataram haver acréscimos no número de colmos e número de espigas por unidade de área, nenhuma diferença no número de espiguetas por espiga ou grãos por espiguetas. Verificaram também um aumento no número de grãos por unidade de área e uma redução no peso dos grãos. Por outro lado a interação da umidade com o nitrogênio foi pronunciado na maior parte dos componentes de produção. Altas doses de nitrogênio em combinação com "stress" hídrico por ocasião do perfilhamento induziram a um maior número de perfilhos. O número de espiguetas por espiga foi aumentado pela adição de nitrogênio somente quando não houve "stress" hídrico.

3. MATERIAIS E MÉTODOS

3.1. Descrição Geral da Área

3.1.1. Local e Características do Solo

Este trabalho foi realizado em 1983 na Unidade de Execução de Pesquisa de Âmbito Estadual de Dourados (UEPAE Dourados)-EMBRAPA situada geograficamente entre os paralelos $22^{\circ} 14'S$ e $54^{\circ} 49'W$ e altitude de 452 m.

O experimento foi conduzido a campo em solo classificado como Latossolo Roxo Distrófico, textura argilosa, fase campo.

Estes solos originados da decomposição de rochas eruptivas básicas, são profundos, constituídos de horizonte A franco e horizonte B latossólico, ácidos a moderadamente ácidos, bastante porosos e normalmente bem drenados. Os perfis que compõem esta classe de solos, apresentam-se como seqüência de horizontes A, B e C sendo a espessura do A + B em torno de 300 centímetros. O horizonte A possui a espessura que varia de 10 a 40 cm, com predominância de cor vermelho-escuro sendo a estrutura variada de fraca muito pe-

quena granular a moderadamente média granular. A consistência a seco varia de macio a ligeiramente duro, de friável a muito friável quando úmido, sendo plástico e pegajoso quando molhado. Com base na comparação feita com solos similares aos do Estado de São Paulo, é de presumir que na composição mineralógica da fração argila o constituinte predominante seja a caulinita e em menores proporções óxido de ferro e gibsita. A relação textural (% de argila B/A) varia em torno da unidade, o que demonstra a distribuição homogênea de argila no solo (BRASIL 1971).

Foi realizada a análise granulométrica através do método de Bouyoucos (1951), em camadas de 20 cm, até a profundidade de 220 cm, (Tabela 2). A classificação textural do solo, em todas as camadas foi caracterizada como argila pesada, segundo a Sociedade Brasileira de Ciência do Solo.

A densidade global, $1,2 \text{ g/cm}^3$, foi determinada com o auxílio do cilindro de UHLAND a uma profundidade de 0 a 30 cm e o peso específico dos sólidos, $2,8 \text{ g/cm}^3$, pelo método do Picnômetro.

A capacidade de campo e o ponto de murchamento permanente, 27,4 e 22,1 % com base em peso correspondente às tensões de 0,1 e 15 atms, respectivamente, à profundidade de 0 a 30 cm. A curva característica de água do solo (Figura 1), foi determinada segundo a metodologia de RICHARDS (1949).

Os teores de matéria orgânica são sempre mais elevados nos horizontes superficiais (BRASIL 1971). Os resultados da análise química se encontram na Tabela 3. Ainda segundo BRASIL (1971), os solos desta classe, em geral, ocorrem em áreas de relevo plano e suave ondulado, com declives variando entre 1 e 5 %, sendo que estes limites podem apresentar maior amplitude quando tratarem-se de solos

Tabela 2. Análise granulométrica do solo, realizada pelo método de Boyoucos em camadas de 20 cm de 0 a 220 cm de profundidade.

Profundidade	Areia	Limo (%)	Argila
Superfície	11,64	17,00	71,36
0-20	9,56	19,08	71,36
20-40	9,36	10,00	80,64
40-60	6,00	8,34	85,66
60-80	1,96	14,04	84,00
80-100	2,68	13,32	84,00
100-120	5,54	15,70	78,76
120-140	0,44	15,00	85,44
140-160	5,28	10,98	83,74
160-180	1,24	14,04	84,72
180-200	1,24	14,04	84,72
200-220	6,18	10,80	83,02

Figura 1. Curva de retenção da água no solo.

Tabela 3. Análise química do solo da área experimental da camada de 0-40 cm do local de experimentação.

Profundidade (cm)	pH	Al^{+3}	$Ca^{+2} + Mg^{+2}$	M.O.	P	K^{+}
	H ₂ O	m.e./100 g solo		%	ppm	
0-40	5,6	0,0	8,64	3,63	2,6	186
Nível de fertilidade do solo ^b	Acidez média	Baixo	Alto	Alto	Baixo	Alto

^b Comissão de fertilidade do solo do estado de Minas Gerais (1978).

situados em drenos encaixados. O solo em aprêço vem sendo explorado de forma intensiva há 5 anos, com as culturas de milho, arroz, soja e trigo.

3.1.2. Caracterização Climática

De acordo com os dados de 10 anos, a temperatura média anual do ar é de 21,5 °C, a precipitação anual média é de 1.400 mm e a umidade relativa do ar varia de 60 a 80%. O clima da região segundo o sistema de Köppen, é do tipo cfa, isto é, temperatura média de 15,7 °C em junho e de 25,2 °C em janeiro. O período de estiagem tem precipitação de 45,0 mm em agosto e o mais chuvoso em dezembro com 191,2 mm. Segundo Thorntwaite o clima é úmido, de vegetação de floresta, com índice de precipitação efetiva igual a 77,2 mm. Os dados meteorológicos registrados durante o experimento se encontram na Tabela 4.

3.2. Condução do Experimento

3.2.1. Delineamento Experimental

Adotou-se o delineamento experimental de blocos casualizados contando com 6 níveis de adubação nitrogenada e 5 repetições. Cada uma das vazões testadas - 0,42; 0,62 e 0,70 l/s constou de um experimento independente.

Os tratamentos foram caracterizados como se seguem:

Tratamento nº 1 - Refere-se às parcelas que não receberam adubo nitrogenado.

Tratamento nº 2 - Refere-se às parcelas que

Tabela 4. Médias mensais de temperaturas, umidade relativa do ar, precipitação pluviométrica e evaporação, registradas durante o período experimental.

Mês	Temperatura máxima (°C)	Temperatura mínima (°C)	Temperatura média (°C)	Umidade relativa (%)	Precipitação (mm)	Evaporação (mm)
Maio	26,3	17,5	21,0	85	232,4	109,5
Junho	20,5	12,1	15,7	86	130,9	99,3
Julho	24,8	14,2	18,5	77	25,5	171,5
Agosto	27,4	12,6	18,8	61	0,0	275,8
Setembro	24,7	14,9	19,0	79	210,0	148,3
Outubro	28,4	17,8	22,3	76	181,6	178,2

Fonte: Dados fornecidos pelo 9º Distrito de Meteorologia, Várzea Grande, MT.

receberam 20 kg/ha de nitrogênio por ocasião do plantio.

Tratamento nº 3 - Refere-se às parcelas que receberam 20 kg/ha de nitrogênio por ocasião do plantio e 30 kg/ha em cobertura.

Tratamento nº 4 - Refere-se às parcelas que receberam 20 kg/ha de nitrogênio por ocasião do plantio e 60 kg/ha em cobertura.

Tratamento nº 5 - Refere-se às parcelas que receberam 20 kg/ha de nitrogênio por ocasião do plantio e 90 kg/ha em cobertura.

Tratamento nº 6 - Refere-se às parcelas que receberam 20 kg/ha de nitrogênio por ocasião do plantio e 120 kg/ha em cobertura.

3.2.2. Materiais Utilizados para a Irrigação

O sistema de abastecimento e derivação de água constou de um canal de terra, seção trapezoidal, sendo 0,6 m a base menor, 2,0 m a base maior, 0,7 m a altura e declive de 0,1 %. Para derivação da água foram utilizados tubos janelados com 6" de diâmetro e janelas com 1 1/2". Utilizou-se ainda uma estrutura de uniformização de vazão para cada grupo de seis sulcos. A mesma constou de um segundo tubo de 1 1/2" com seis saídas conectadas a uma mangueira flexível de 3/4" (Figuras, 2 e 3).

A derivação da água, a localização do canal e do dreno em relação à área estão representadas no croqui da área experimental (Figura 4).

O controle da vazão foi feito com o auxílio de uma calha WSC (Figuras 5 e 6) construída conforme indicação de ISRAELSEN e HANSEN (1965), cuja curva de calibração é apresentada na Figura 7.

Figura 2. Estruturas de derivação e distribuição de água no sulco, composto de tubos janelados e estrutura uniformizadora de vazão.

Figura 3. Regulagem da vazão da água no sulco através da estrutura uniformizadora de vazão.

Figura 4. Croqui do experimento.

Figura 5. Controle da vazão de entrada no sulco através de calhas trapezoidais.

Figura 6. Posicionamento das calhas trapezoidais para controle da vazão de entrada no sulco.

Altura da água
na calha (cm)

Figura 7 . Curva de calibração da calha trapezoidal nº 2

3.2.3. Instalação do Experimento

A área experimental foi arada, gradeada e os sulcos, de dimensões aproximadas de 15 cm de largura e 10 cm de profundidade, foram abertos por uma capinadeira constituída de 4 enxadinhas número 6 marca Irmãos Frankhauser, no sentido de maior declive do terreno que era de 4 %. O espaçamento entre sulcos foi de 0,60 m. O trigo foi semeado no sentido transversal ao sulco com o auxílio de uma semeadeira-adubadeira de 13 linhas, com disco simples, modelo JM - 13 H da Junil, espaçamentos entre linhas de 17 cm e a densidade de plantio de 400 sementes viáveis por metro quadrado. Utilizou-se a cultivar Alondra 4546 de origem mexicana, criada pelo CIMMYT através do cruzamento D 6301/Nainari 60//Weigue/Royal de Murcia/3/2* Ciano/Chris. Apresenta porte baixo, 90 a 95 cm, sendo tolerante ao acamamento. Possui ciclo tardio, necessitando de 72 dias para espigar e de 125 dias para atingir a maturação (SOUZA, 1983).

O plantio foi realizado no dia 26 de maio de 1983 com uma adubação básica de 90 kg/ha de P_2O_5 e 30 kg/ha de K_2O , nas formas de superfosfato triplo e Cloreto de Potássio, respectivamente. O nitrogênio foi aplicado na forma de sulfato de amônio tanto por ocasião do plantio como em cobertura aos 38 dias, no estágio de início da elongação.

A parcela experimental de 2,5 m de comprimento por 3,6 m de largura, tinha 6 sulcos e área útil de 3,1 m², correspondente a 7 linhas de trigo com 2,6 m.

3.2.4. Manejo da Irrigação

O manejo da irrigação no trigo em seus diferentes estádios fenológicos, foi realizado conforme indicação da literatura especializada, e acha-se apresentado na Tabela 5.

Tabela 5. Manejo da irrigação no trigo nos diferentes estádios fenológicos da cultura.

Estádio	Identificação fenológica	Duração provável do estágio (dias)	Tensões (atm)	Umidade com base em peso (%)	Lâmina líquida (mm)	Profundidade do sistema radicular
I	Estabelecimento da cultura até início de perfilhamento	12	4	22,5	6,0	10
II	Perfilhamento até final da elongação	40	4	22,5	18,0	30
III	Emborrachamento até final do florescimento	18	0,5	25,5	7,0	30
IV	Granação	32	0,5	25,5	7,0	30
V	Maturação	12	2,0	23,0	16,0	30

O início da rega foi determinado pelo acompanhamento da umidade do solo através do método gravimétrico, nos estádios I, II e V, na profundidade de 10, 30 e 30 cm respectivamente, quando então, as tensões de água no solo excediam a 0,5 atm.

Nos estádios III e IV, quando a tensão indicadora da irrigação foi 0,5 atm, utilizou-se tensiômetros instalados a 18 cm de profundidade, modelo 2725 A da marca Soil Moisture Equipment Corp (Figura 8) e operados de acordo com as instruções do manual do fabricante (Soil Moisture, 1981).

A lâmina d'água a ser aplicada no solo, foi calculada a partir da fórmula:

$$h = \frac{CC - U \%}{10} \times \gamma \times H$$

Onde: h= lâmina de irrigação (mm)

CC= capacidade de campo (%)

U%= Umidade do solo com base em peso correspondente à tensão de rega distinta para cada estádio (%)

γ = densidade global do solo (g/cm)

H= profundidade efetiva do sistema radicular (cm)

3.3. Determinações Executadas

3.3.1. Dados Biométricos

A colheita deu-se em 4 de outubro de 1983, executando-se à campo as determinações: altura de plantas , número de perfilhos e plantas por metro linear , porcentagem de acamamento e número de perfilhos por planta. As

Figura 8. Tensiômetro utilizado. na indicação da tensão de água no solo.

outras determinações, realizadas no laboratório foram: peso de mil sementes, peso do hectolitro, número de espiguetas por espiga, número de grãos por espiga, número de espiga por metro linear e rendimento de grãos.

3.3.2. Parâmetros Básicos de Irrigação

Para a determinação da curva de avanço da água no sulco foram instaladas cinco estacas espaçadas de 10 metros ao longo do sulco e anotados os tempos em que a água atingia cada uma delas. A curva de infiltração instantânea foi determinada pelo método "in flow - out flow", relacionando-se a diferença de vazão entre o começo e o final do sulco, em intervalos de tempos crescentes. No início do sulco, controlou-se a vazão de entrada com calhas WSC e a saída de água no final do sulco por medição direta de volume em relação ao tempo. A curva de infiltração acumulada originou-se da integração da equação de infiltração instantânea, de acordo com a metodologia de CRIDDLE (1956).

3.3.3. Controle dos Sedimentos

A erosão foi quantificada nas duas primeiras irrigações utilizando-se a metodologia de MYERS e TOVEY ((1966) realizando no final do sulco, a coleta do material carregado, 5, 15, 30, 60, 90, 120, 180 e 240 minutos após a água ter atingido o extremo inferior do sulco. (Figura 9). Os sedimentos carregados foram recolhidos em recipientes de vidro com capacidade de 1 litro de tampas herméticas, próprias para coleta e transporte deste tipo de material.

3.4. Análise Estatística

Figura 9. Coleta no final do sulco do material carreado.

Para os parâmetros rendimento de grãos, número de perfilhos, peso do hectolitro, altura de plantas, número de grãos por espiguetas e peso de mil sementes, processou-se análise de variância para cada experimento, relativo a cada uma das vazões segundo o seguinte esquema:

Causas da variação	GL
Blocos	4
Tratamento	5
Resíduo	20
Total	29

Posteriormente processou-se análise de variância conjunta, de acordo com o esquema descrito a seguir:

Causas da variação	GL
Tratamentos (N)	5
Vazão	2
Vazão x tratamento	10
Bloco dentro do tratamento	12
Resíduo	60
Total	89

Foi ainda utilizado o teste de significância de Duncan a 5 %.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Durante o transcorrer do experimento foram realizados um total de quatro irrigações com o tempo total de rega igual a quatro horas.

A Figura 10 mostra as irrigações realizadas dentro do ciclo fenológico da cultura, as tensões e as precipitações ocorridas.

4.1. Dados Biométricos

4.1.1. Produção de grãos

Os resultados obtidos neste experimento foram analisados e permitiram inferir os resultados que se seguem.

As análises estatísticas individuais do efeito das doses de adubação nitrogenada em cada vazão demonstraram nas vazões 0,42 e 0,62 ℓ/s não haver significância no rendimento de grãos com o aumento sucessivo de N. Tal fato já não ocorreu na vazão 0,70 ℓ/s (Tabelas 1, 2 e 3-Apêndice).

Na Tabela 6 encontram-se agrupadas as produções médias de grãos de trigo, em kg/ha, obtidos sob diferen

Figura 10. Precipitação pluviométrica, irrigações e tensões de água no solo ocorridas durante o ciclo fenológico do trigo irrigado por corrugação.

Tabela 6. Rendimento de grãos de trigo em kg/ha, obtidos para três vazões de água no sulco de irrigação por corrugação sob diferentes níveis de adubação nitrogenada.

Vazões (l/s)	Níveis de nitrogênio (kg/ha)						Média
	N ₁ ^a 0-0	N ₂ 20-0	N ₃ 20-30	N ₄ 20-60	N ₅ 20-90	N ₆ 20-120	
0,42	A 1.557,8	A 1.559,1	A 1.769,9	A 1.686,5	A 2.038,1	A 1.911,4	1.752,3 n.s.
0,62	A 1.505,5	A 1.669,6	A 1.844,8	A 2.256,0	A 2.040,1	A 1.854,5	1.861,7 n.s.
0,70	B 1.498,4	B 1.435,7	B 1.488,0	A 1.910,8	A 2.140,9	A 2.056,8	1.755,1 n.s.
Média	1.520,6 B	1.551,8 B	1.700,9 B	1.951,1 A	2.073,0 A	1.940,0 A	

^a 0-0 - zero kg/ha de N no plantio e zero kg/ha de N em cobertura.

Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si (Duncan 5 %).

Letras maiúsculas referem-se à análise estatística individual das doses de N dentro da vazão.

Ausência de letras minúsculas referem-se a não significância estatística na interação N x vazão.

tes níveis de adubação nitrogenada e vazões de água no sulco de irrigação.

A análise de variância conjunta indica, a nível de 1% de probabilidade haver significância entre as doses de adubação nitrogenada (Tabela 4, Apêndice).

Os níveis N_4 , N_5 e N_6 não diferiram estatisticamente entre si, porém diferem dos níveis N_1 , N_2 e N_3 .

Verifica-se também na Tabela 6, não haver diferença significativa entre vazões, fato este, de certo modo esperado, uma vez que a lâmina de irrigação aplicada - 120,0 mm na vazão 0,42 l/s; 81,0 mm na vazão 0,62 l/s e 62,4 mm na vazão 0,70 l/s atingiram as profundidades 1,81, 1,23 e 0,93 m respectivamente, sendo mais que suficientes para atender a camada de 30 cm do solo, relativo à profundidade efetiva do sistema radicular da cultura do trigo.

Considerando-se as médias das três vazões envolvidas em cada nível de nitrogênio, a análise de regressão indica a equação $y = 1.514,8 + 10,4128 x - 0,0548 x^2$ numa representatividade muito grande, com o coeficiente de correlação $R^2 = 96,4$ (Figura 11).

Verifica-se portanto um aumento na produtividade com o aumento da dosagem de nitrogênio em cobertura, atingindo um máximo em 90 kg de N, com 2.006,2 kg/ha vindo, em seguida, a decrescer apresentando já na dosagem de 120 kg/ha de N o rendimento 34,2 kg inferior ao anterior.

Estas tendências de comportamento da resposta do rendimento de grãos do trigo à adubação nitrogenada confirma aquelas obtidas por FERNANDEZ e LAIRD citadas por SCALOPI et alii (1971), GOMAH e AMER (1981), RAMOS (1981) e AGARWAL e YADAV (1978) entre outros.

Pode-se esperar que a variação entre os valores obtidos pelos diferentes autores na dose de nitrogênio de máxima produção, seja função do teor inicial de N residual de cada solo.

Figura 11. Curva do rendimento de grãos (kg/ha) de trigo obtidos para vazões de água no sulco de irrigação por corrugação sob diferentes doses de adubação nitrogenada em cobertura.

Considerando-se a equação ajustada de rendimento de grãos

$$y = 1.514,8 + 10,41x - 0,055 x^2$$

foi obtida a Dose de Máxima Eficiência Técnica - 95 kg/ha de nitrogênio - através da derivação $\frac{dy}{dx}$. A sua respectiva produção é de 2.007 kg de grãos/ha.

Igualando-se a equação derivada com a relação preço unitário do insumo/preço unitário do grão, obtém-se a Dose Máxima Eficiência Econômica.

$$10,41 - 0,110x = \frac{PI}{PG}$$

Onde x = Dose de Máxima Eficiência Econômica (kg/ha de N)

PI = Custo unitário do insumo - Cr\$ 392,5 em maio/83 (Fonte COTRIJUÍ)

PG = Custo unitário do grão - Cr\$ 180,0 em nov./dez./83 (Fonte SPSB-EMBRAPA/UEPAE Dourados)

A dose de nitrogênio calculada foi de 75 kg/ha cuja produção corresponderia a 1.986 kg/ha de grãos. A figura 12 mostra a produtividade em função da relação PI/PG, para obtenção da Dose de Máxima Eficiência Econômica em qualquer situação de mercado.

4.1.2. Número de perfilhos

As análises de variâncias do número de perfilhos sob diferentes doses de adubação nitrogenada para cada uma das vazões testadas indicam a não significância estatística nas vazões 0,42 e 0,62 l/s, sendo que na vazão 0,70 l/s ocorre significância estatística a nível de 5 % (Tabelas 5, 6, 7 - Apêndice).

O número de perfilhos por planta nas diferentes doses de adubação nitrogenada e nas três vazões testadas é apresentado na Tabela 7.

Figura 12. Doses de Máxima Eficiência Econômica para diferentes relações de preço unitário do insumo/preço unitário do grão.

Tabela 7. Número de perfilhos de trigo, obtidos para três vazões de água no sulco de irrigação por corrugação sob diferentes níveis de adubação nitrogenada.

Vazões (l/)	Níveis de nitrogênio (kg/ha)						Média
	N ₁ ^a 0-0	N ₂ 20-0	N ₃ 20-30	N ₄ 20-60	N ₅ 20-90	N ₆ 20-120	
0,42	A 1,77	A 1,45	A 1,57	A 1,67	A 1,79	A 1,75	1,67 n.s.
0,62	A 1,51	A 1,68	A 1,48	A 1,66	A 1,69	A 2,12	1,69 n.s.
0,70	C 1,41	ABC 1,62	BC 1,42	A 1,83	ABC 1,62	AB 1,73	1,60 n.s.
Média	1,56 BC	1,58 BC	1,49 C	1,72 AB	1,70 ABC	1,86 A	

^a 0-0 - zero kg/ha de N no plantio e zero kg/ha de N em cobertura.

Médias seguidas da mesma letra não diferem entre si (Duncan 5 %).

Letras maiúsculas referem-se à análise estatística individual das doses de N dentro da vazão.

Ausência de letras minúsculas referem-se a não significância estatística na interação N x vazão.

A análise de variância conjunta é apresentada na Tabela 8 - Apêndice.

Nota-se haver diferença estatística para número de perfilhos por planta. A dose 20-120 foi a que maior número de perfilhos produziu, não diferindo estatisticamente porém das dosagens 20-60 e 20-90.

O nível que menor número de perfilhos produziu foi N_3 , não diferindo estatisticamente, porém, dos níveis N_1 e N_2 .

Se por um lado o número de perfilhos parece ter sido o responsável pela diferença estatística de produção de grãos entre os níveis N_1 , N_2 e N_3 , dos níveis N_4 , N_5 e N_6 , o mesmo não parece definir bem os rendimentos obtidos entre níveis do mesmo grupo de significância. Têm-se, por exemplo, que o nível N_6 , mesmo conseguindo o maior número de perfilhos que o N_5 não traduziu isto em superioridade de rendimento de grãos. Isto poderá ser explicado pela ocorrência de perfilhos improdutivos.

A Figura 13 apresenta a equação de regressão do número de perfilhos para diferentes doses. Os dados obtidos levam a crer que haja resposta na produção de perfilhos à adubação nitrogenada.

A resultados semelhantes chegaram TIWARI e SINGH (1969) e SILVEIRA (1976) quando então o número de perfilhos foi crescente com o aumento das taxas de nitrogênio.

4.1.3. Peso do Hectolitro

Para a análise do peso do hectolitro também foram processadas análises estatísticas de cada vazão individualmente não verificando-se resposta deste componente do rendimento à elevação das doses de adubação nitrogenada (Tabelas 9, 10 e 11 - Apêndice).

A Tabela 8, mostra os pesos do hectolitro obtidos nas três vazões sob as diferentes dosagens de adubação

Figura 13. Curva da equação de regressão de número de perfilhos de trigo para três vazões de água no sulco de irrigação sob diferentes doses de adubação nitrogenada.

Tabela 8. Peso do hectolitro de trigo em kg de grãos, obtidos para três vazões de água no sulco de irrigação por corrugação sob diferentes níveis de adubação nitrogenada.

Vazões (l/s)	Níveis de nitrogênio (kg/ha)					Média	
	N ₁ a 0-0	N ₂ 20-0	N ₃ 20-30	N ₄ 20-60	N ₅ 20-90		N ₆ 20-120
0,42	72,4	71,9	73,3	72,4	72,1	71,4	72,2 C
0,62	73,1	73,3	72,5	72,9	73,6	71,4	72,8 B
0,70	73,4	74,3	74,4	73,7	74,0	74,8	74,1 A
Média	72,9 n.s.	73,2 n.s.	73,4 n.s.	73,0 n.s.	73,2 n.s.	72,5 n.s.	

^a 0-0 - zero kg/ha de N no plantio e zero kg/ha de N em cobertura.

Médias seguidas da mesma letra não diferem entre si (Duncan 5 %).

Ausência de letras maiúsculas referem-se a não significância estatística das doses de N dentro da vazão.

Ausência de letras minúsculas referem-se a não significância estatística na interação N x vazão.

nitrogenada.

A não interferência da adubação nitrogenada no peso do hectolitro nos dados obtidos confirmam o obtido por MAGALHÃES et alii (1978).

Por outro lado, verifica-se uma influência significativa da vazão. A vazão 0,70 l/s produziu um peso do hectolitro médio significativamente maior que a vazão 0,62 que por sua vez teve diferença significativa do peso do hectolitro médio da vazão 0,42 l/s.

Este fato não era esperado uma vez que as lâminas aplicadas foram suficientes para atingir todo o sistema radicular efetivo da planta e também não se consegue visualizar nenhum ponto de efeito da vazão de escoamento da água do sulco no correspondente peso do hectolitro dos grãos.

O fato, por outro lado, pode ter ocorrido de forma casual dado ao baixíssimo coeficiente de variação (2,17 %) e variações, mesmo que acentuadamente pequenas, como é o caso, podem refletir uma diferença estatisticamente significativa entre os dados.

Na Tabela 12 - Apêndice, é apresentada a análise de variância conjunta dos dados comentados.

4.1.4. Altura de Plantas

As Tabelas 13, 14 e 15 - Apêndice referentes às análises do efeito do nitrogênio dentro de cada vazão testada e a Tabela 16 - Apêndice referente à análise conjunta das três vazões indicam que o nitrogênio não afetou significativamente as alturas das plantas, fato este que é reforçado pela ausência de acamamento em quaisquer dos níveis de adubação.

A Tabela 9 apresenta as alturas de plantas do trigo irrigado nas três vazões e nas diferentes doses de adubação nitrogenada.

Tabela 9. Altura de plantas de trigo, em cm, obtida para três vazões de água no sulco de irrigação por corrugação, sob diferentes níveis de adubação nitrogenada.

Vazões (ℓ/s)	Níveis de nitrogênio (kg/ha)					Média	
	N _{1a} 0-0	N ₂ 20-0	N ₃ 20-30	N ₄ 20-60	N ₅ 20-90		N ₆ 20-120
0,42	71,0	72,0	71,0	69,0	67,0	70,0	70,0 n.s.
0,62	69,0	74,0	71,0	72,0	71,0	74,0	71,8 n.s.
0,70	72,4	73,2	72,8	75,0	73,0	70,6	72,9 n.s.
Média	70,8 n.s.	73,1 n.s.	71,6 n.s.	72,0 n.s.	70,4 n.s.	72,5 n.s.	

^a 0-0 - zero kg/ha de N no plantio e zero kg/ha de N em cobertura.

Ausência de letras maiúsculas referem-se a não significância estatística das doses de N dentro da vazão. Ausência de letra minúsculas referem-se a não significância estatística na interação N x vazão.

Os resultados obtidos são discordantes com o observado por TIWARI e SINGH (1969).

Considerando-se ainda o comentário de MUZILLI e HOEPFNER (1981) sobre as características de nossas variedades de alta propensão ao acamamento sob taxas elevadas de N pode-se considerar que ou a cultivar não se enquadra a afirmação ou a dose máxima empregada não chegou a conferir ao solo o nível de concentração de N prejudicial à planta em relação a este parâmetro de produção.

Não houve diferença estatística entre as vazões.

4.1.5. Número de Grãos por Espiguetas

A exemplo da altura de plantas não se constatou nenhuma influência da adubação nitrogenada no número de grãos por espiguetas (Tabelas 17, 18, 19 e 20 - Apêndice). Também não houve influência da vazão de água no sulco.

Na Tabela 10 são apresentados os números de grãos por espiguetas de trigo irrigado sob as diferentes doses de adubação nitrogenada, nas três vazões.

4.1.6. Peso de Mil Sementes

A Tabela 11 mostra o peso de mil sementes das três diferentes vazões utilizadas, sob diferentes taxas de aplicação de nitrogênio.

Conforme análise de cada vazão, o nitrogênio não afetou o peso de mil sementes.

As Tabelas 21, 22 e 23 - Apêndice apresentam a análise de variância individual do nitrogênio em cada uma das vazões testadas.

De acordo com a análise de variância conjunta

Tabela 10. Números de grãos por espiguetas de trigo, obtidos para três vazões de água no sulco de irrigação por corrugação, sob diferentes níveis de adubação nitrogenada.

Vazões (ℓ/s)	Níveis de nitrogênio (kg/ha)						Média
	N ₁ ^a 0-0	N ₂ 20-0	N ₃ 20-30	N ₄ 20-60	N ₅ 20-90	N ₆ 20-120	
0,42	2,2	2,1	1,9	2,1	2,2	1,9	2,1 n.s.
0,62	2,0	2,2	2,0	2,2	2,0	2,3	2,1 n.s.
0,70	2,1	2,3	2,0	2,0	2,3	2,3	2,2 n.s.
Média	2,1 n.s.	2,2 n.s.	2,0 n.s.	2,1 n.s.	2,2 n.s.	2,2 n.s.	

^a 0-0 - zero kg/ha de N no plantio e zero kg/ha de N em cobertura.

Ausência de letras maiúsculas referem-se a não significância estatística das doses de N dentro da vazão. Ausência de letras minúsculas referem-se a não significância estatística na interação N x vazão.

Tabela 11. Peso de mil sementes de trigo, em gramas, obtidos para três vazões de água no sulco de irrigação por corrugação sob diferentes níveis de adubação nitrogenada.

Vazões (ℓ/s)	Níveis de nitrogênio (kg/ha)						Média
	N ₁ ^a 0-0	N ₂ 20-0	N ₃ 20-30	N ₄ 20-60	N ₅ 20-90	N ₆ 20-120	
0,42	A 34,2 ab	A 35,3 ab	A 37,5 a	A 33,9 b	A 33,3 b	B 33,2 b	34,6 s.n.
0,62	A 35,8 a	A 35,6 a	B 33,7 a	A 35,6 a	A 35,1 a	B 32,5 a	34,7 n.s.
0,70	A 33,7 a	A 34,9 a	B 33,5 a	A 35,7 a	A 36,5 a	A 37,1 a	35,3 n.s.
Média	34,6 n.s.	35,3 n.s.	34,9 n.s.	35,1 n.s.	34,9 n.s.	34,3 n.s.	

^a 0-0 - zero kg/ha de N no plantio e zero kg/ha de N em cobertura.

Médias seguidas da mesma letra não diferem entre si (Duncan 5 %).

Letras maiúsculas referem-se a significância estatística da interação N x vazão na análise da vazão dentro do nitrogênio.

Letras minúsculas referem-se a significância estatística da interação N x vazão na análise do nitrogênio dentro da vazão.

apresentada na Tabela 24 - Apêndice, não houve resposta do peso de mil sementes à variação da taxa de adubação nitrogenada.

Também a exemplo da maioria dos outros elementos de produção não houve diferença estatística com a variação da vazão da água no sulco, conforme o esperado.

Por outro lado, foi acusado significância estatística na interação vazão x nitrogênio. Da mesma forma como o acontecido com o peso do hectolitro não encontrava-se justificativa lógica para isto, a não ser pelo fato de ter havido também baixos coeficientes de variação e pequenas distorções redundam em significância estatística.

4.2. Parâmetros Básicos da Irrigação

Foram determinadas as curvas de avanço de água no sulco para cada vazão em três repetições. Os dados médios são apresentados na Tabela 12.

A vazão de 0,27 ℓ/s foi demasiadamente lenta pois a água não chegou ao final dos 50 m de sulco após 190 min., sendo que nos últimos 10 m de percurso demorou 104 min. Isto mostra a inadequação da indicação de BOOHER (1974) sobre o fluxo máximo não erosível (0,15 ℓ/s para a condição do ensaio) na prática deste método para o tipo de solo testado, esta vazão não foi aplicada na segunda irrigação.

Para as demais vazões testadas, os tempos de avanço da água no sulco foram diretamente proporcionais à vazão, como o esperado, tanto na primeira como na segunda irrigação.

As curvas de avanço se encontram nas Figuras 14, 15, 16 e 17.

Foram determinadas as curvas de velocidade de infiltração de água no solo para a primeira e segunda irrigações. Os dados médios são apresentados na Tabela 13.

Tabela 12. Média dos tempos de avanço da água no sulco de 50 m das três vazões utilizadas na primeira e na segunda irrigação.

Estaca	Distância (m)	Tempo de avanço (minutos)					
		0,27 (ℓ/s)		0,42 (ℓ/s)		0,62 (ℓ/s)	
		Irrigação		Irrigação		Irrigação	
		1ª	2ª	1ª	2ª	1ª	2ª
0	0	0	0	0	0	0	0
1	10	6,3	4,6	8,3	6,8	3,5	5,1
2	20	45,9	21,0	34,5	14,1	8,2	14,0
3	30	88,6	42,6	74,2	22,7	12,3	20,0
4	40	192,6	68,6	129,0	30,4	18,9	28,1
5	50	-	100,0	213,4	38,4	27,8	38,6

Figura 14. Curva de avanço da água no sulco corrugado na vazão 0,27 l/s na primeira irrigação.

Figura 15. Curva de avanço da água no sulco corrugado na vazão 0,42 *l/s* na primeira e segunda irrigação.

Figura 16. Curva de avanço da água no sulco corrigido na vazão 0,62 ℓ/s na primeira e segunda irrigação.

Figura 17. Curva de avanço da água no sulco corrugado na vazão 0,70 l/s na primeira e segunda irrigação.

Tabela 13. Dados médios de velocidade de infiltração de água no solo para três vazões diferentes em três repetições.

Tempo (minutos)	Infiltração instantânea (mm/h)					
	Vazão 0,42 (ℓ/s)		Vazão 0,62 (ℓ/s)		Vazão 0,70 (ℓ/s)	
	Irrigação		Irrigação		Irrigação	
	1ª	2ª	1ª	2ª	1ª	2ª
0	-	-	-	-	-	-
5	45,8	39,2	48,6	36,6	61,2	36,2
15	45,0	35,0	39,6	33,2	44,7	25,3
30	45,0	32,3	24,5	28,3	37,4	20,3
60	43,9	30,4	24,1	23,9	36,4	14,6
90	40,8	29,7	19,1	17,4	33,7	12,6
120	35,1	28,7	12,6	17,0	25,5	12,6
180	31,4	28,1	10,3	16,2	20,5	12,6
240	29,4	27,8	9,9	15,7	17,9	12,6
Equações de regressão e coef. de correlação						
		$I=60,677T^{-0,11}$	$I=44,59T^{-0,09}$	$I=112,72T^{-0,43}$	$I=102,8T^{-0,293}$	$I=55,3T^{-0,298}$
		$R^2 = 70,7$	$R^2 = 82,4$	$R^2 = 93,5$	$R^2 = 86,8$	$R^2 = 94,2$

Na primeira irrigação verificou-se que a vazão de 0,42 l/s propiciou os maiores valores de taxa de infiltração. Isto ocorreu em função da menor vazão possuir a cada instante, menor tempo relativo de exposição do solo à água dada a menor velocidade de avanço da mesma no sulco.

Comparando-se as vazões 0,62 e 0,70 l/s observa-se que não tem o mesmo comportamento sendo que a taxa de infiltração cresce com o aumento da vazão. Acharam-se valores menores para a primeira vazão que para a segunda. Supõem-se que galerias ou fendas naturais tenham interferido no processo. Este fato já não ocorreu na segunda irrigação, quando as taxas de infiltração de água no solo foram inversamente proporcionais à vazão.

Nas figuras 18, 19 e 20 estão representadas as curvas de infiltração instantâneas das três vazões utilizadas na segunda irrigação, admitindo-se que já tenha ocorrido estabilidade da superfície dos sulcos.

Verificou-se que houve diferentes infiltrações básicas, embora o tempo de irrigação tenha sido igual para todas as vazões. Para a vazão de 0,42 l/s, a infiltração básica foi de 27 mm/h e, para as vazões de 0,62 e 0,70 l/s foram de 14,5 e 10,5 mm/h, respectivamente. Nota-se que com o aumento da vazão, ou seja, aumentando-se o tempo de permanência da água nos 50 m de sulco, a infiltração básica diminuiu. As infiltrações básicas que deveriam ter sido iguais nas três vazões, podem ter a sua variação explicada caso o tempo de permanência da água no sulco não tenha sido suficiente para o processo de movimento de água no solo atingisse a estabilidade.

Por integração da equação da infiltração instantânea em relação ao tempo, determinou-se a infiltração acumulada. As curvas são apresentadas nas Figuras 21, 22 e 23.

Verificou-se que para a aplicação da lâmina d'água de 7 mm, responsável pela elevação da camada de 30 cm do solo à capacidade de campo, nos estádios mais exigentes da cultu-

Figura 18. Curva de infiltração instantânea da vazão 0,42 ℓ/s na segunda irrigação.

Figura 19. Curva de infiltração instantânea da vazão 0,62 ℓ/s na segunda irrigação.

Figura 20. Curva de infiltração instantânea da vazão $0,70 \text{ l/s}$ na segunda irrigação.

Figura 21. Curvas de infiltrações instantânea e acumulada do solo do experimento de irrigação por corrugação em trigo, para a vazão 0,42 l/s na segunda irrigação.

Figura 22. Curvas de infiltrações instantânea e acumulada do solo do experimento de irrigação em trigo por corrugação para a vazão 0,62 l/s na segunda irrigação.

Figura 23. Curvas de infiltrações instantâneas e acumuladas do solo do experimento de irrigação em trigo por c corruga para a vazão 0,70 l/s na segunda ir rigação.

ra, os tempos de irrigação para as vazões de 0,42; 0,62 e 0,70 ℓ/s são de 11,0; 9,2 e 10,5 min, respectivamente.

Determinou-se qual a vazão sob o ponto de vista da eficiência de irrigação é a mais indicada segundo a metodologia de BERNARDO (1978).

Para a vazão de 0,42 ℓ/s , utilizando-se as equações de avanço, infiltração instantânea e infiltração acumulada da água no sulco, determinou-se uma perda por percolação profunda de 566,5% em relação à lâmina retida na zona radicular efetiva. Isto indica que para a aplicação da lâmina de irrigação desejada, houve a formação de uma lâmina de percolação proporcional a 5,66 vezes à mesma.

A metodologia de BISHOP (1962) por sua vez, indica uma perda por percolação de 386,8% em relação à lâmina útil, portanto bem abaixo do indicado pela outra. Esta distorção reforça a afirmação de BERNARDO (1978) de que a metodologia de BISHOP (1962), minimiza a perda quando considera a distribuição da água percolada no perfil do solo triangular quando na verdade é curvilínea e assume uma correlação linear entre a perda por percolação e o valor de "n" da equação da infiltração acumulada. A perda por escoamento superficial é da ordem de 2,64% em relação à lâmina útil.

Calculando-se a lâmina aplicada ao longo do sulco através do tempo relativo de permanência da água em diferentes pontos, através do método da determinação gráfica das perdas ocorridas no sistema de irrigação por sulcos de infiltração, pode-se comprovar os valores determinados e visualizar-se melhor cada situação.

Para a vazão 0,42 ℓ/s a Tabela 14 mostra os valores de tempo de avanço, tempo de irrigação e a correspondente lâmina de irrigação em cada ponto ao longo do sulco.

A Figura 24 apresenta as relações dos

Tabela 14. Valores do tempo de avanço, tempo de irrigação e lâmina de irrigação para cada ponto ao longo do sulco na vazão 0,42 l/s.

Distância (m)	0	10	20	30	40	50	52	52,5	52,65
T. avanço (min)	0	5,0	18,7	40,5	70,1	107,3	115,6	117,8	118,4
T. irrigação (min)	118,3	113,3	99,6	77,8	48,2	11,0	2,7	0,5	0
Lâmina (mm)	63,1	60,7	54,0	43,1	27,9	7,3	2,0	0,5	0

Figura 24. Representação gráfica dos perfis molhados para a vazão 0,42 l/s e relação entre suas áreas calculadas com planímetro na relação 1:1.

perfis molhados e as correspondentes porcentagens de perda por percolação profunda e "Runoff" em relação à lâmina útil confirmando, portanto, os valores obtidos pelo método de BERNARDO (1978).

Para a vazão de 0,62 l/s, determinou-se as seguintes equações:

$$L = 3,76T^{0,798} \text{ - Equação da curva de avanço}$$

$$I = 60T^{-0,25} \text{ - Equação da infiltração instantânea}$$

$$I_{ac} = 1,33T^{0,75} \text{ - Equação da infiltração acumulada}$$

A metodologia de BISHOP (1962), indicou uma perda por percolação de 85,4%, enquanto que pelo método de BERNARDO (1978), encontrou-se os valores de 115,3 % para a percolação profunda e 15,5 % de perda por escoamento superficial. Estes valores são confirmados pelo método gráfico (Figura 25), cuja construção é obtida pelos valores apresentados na Tabela 15.

As equações para a vazão de 0,70 l/s são:

$$L = 6,5T^{0,729} \text{ - Equação da curva de avanço}$$

$$I = 55,28T^{-0,298} \text{ - Equação da infiltração instantânea}$$

$$I_{ac} = 1,31T^{0,702} \text{ - Equação da infiltração acumulada}$$

Pelo método de BERNARDO (1978), os valores de percolação profunda e "Runoff" foram 60 e 25,4 %, respectivamente. Novamente obteve-se a confirmação destes valores através do método gráfico ($P_p = 49,3\%$ e $P_r = 23,2\%$), os quais são apresentados na Figura 26.

A Tabela 16 apresenta os valores calculados para a confecção do gráfico.

A metodologia de BISHOP (1962) indicou para esta vazão, uma perda por percolação profunda de 45,6%, novamente defasada.

Figura 25. Representação gráfica dos perfis molhados para a vazão , 0,62 l/s e relação entre suas áreas calculadas com pluviômetro na relação 1:1.

Tabela 15. Valores do tempo de avanço, tempo de irrigação e lâmina de irrigação para cada ponto ao longo do sulco na vazão 0,62 l/s.

Distância (m)	0	10	20	30	40	50	52	54	56	60	62	63,5	64
T. avanço (min)	0	3,40	8,11	13,47	19,30	25,50	26,84	28,15	29,46	32,12	33,47	34,48	34,80
T. irrigação (min)	34,7	31,3	26,6	21,2	15,4	9,2	7,9	6,6	5,2	2,6	1,2	0,2	0
Lâmina (mm)	19,0	17,6	15,6	13,2	10,3	7,0	6,2	5,4	4,6	2,7	1,6	0,4	0

Figura 26. Representação gráfica dos perfis molhados para a vazão 0,70 l/s e relação entre suas áreas calculadas completa-
 nímetro na relação 1:1.

Tabela 16. Valores do tempo de avanço, tempo de irrigação e lâmina de irrigação para cada ponto ao longo do sulco na vazão 0,70 ℓ/s .

Distância (m)	0	10	20	30	40	50	60	65	70	71,5	72
T. avanço (min)	0	1,78	4,60	8,03	12,00	16,20	20,80	23,20	25,67	26,40	26,68
T. irrigação (min)	26,5	24,8	21,9	18,5	14,5	10,3	5,7	3,3	0,9	0,1	0
Lâmina (mm)	13,1	12,5	11,4	10,2	8,6	6,8	4,5	3,0	1,2	0,3	0

Verificou-se em todas as vazões analisadas uma significativa perda por percolação profunda, em consequência da alta capacidade de infiltração de água do solo.

As vazões 0,70 e 0,62 l/s, dada a maior velocidade de escoamento da água, apresentaram menor relação entre a lâmina infiltrada no início e no final do sulco e menores valores de perdas.

A eficiência de irrigação, de acordo com OLITA (1978) é dada pela relação

$$E_i = \frac{\text{Lâmina incorporada em disponibilidade}}{\text{Lâmina total aplicada}} \times 100$$

Utilizando-se dos valores encontrados no método gráfico determina-se para a vazão 0,42 l/s, a Eficiência de Irrigação de 15,4 %, mostrando, portanto, a inadequação desta vazão para as condições do teste. As vazões 0,62 e 0,70 l/s apresentaram as Eficiências de Irrigação de 44,2 e 58 %, valores estes aquêm de 60%, nível considerado razoável para este método de irrigação.

4.3. Erosão no Sulco de Irrigação

Os valores de erosão no sulco de irrigação, em função do tempo de escoamento da água em diferentes vazões, são mostrados na Tabela 17.

As Figuras 27, 28 e 29 representam graficamente a evolução da erosão hidráulica, causada por cada uma das três vazões ao longo do tempo.

Integrando-se as curvas de erosão instantânea obtêm-se as seguintes equações das erosões acumuladas:

a) vazão 0,42 l/s

$$1^{\text{a}} \text{ irrigação} = ER = 3,66x + 0,0944x^2 - 0,0005952x^3 + 0,00000102x^4$$

$$2^{\text{a}} \text{ irrigação} = ER = 1,13x + 0,155x^2 - 0,0019x^3 + 0,00000845x^4 - 0,0000000126x^5$$

b) vazão 0,62 l/s

Tabela 17. Erosão instantânea em g/l durante o tempo de irrigação nas três vazões testadas do experimento de trigo irrigado por corrugação.

Tempo (minutos)	1ª irrigação			2ª irrigação		
	0,42 (l/s)	0,62 (l/s)	0,70 (l/s)	0,42 (l/s)	0,62 (l/s)	0,70 (l/s)
0	-	-	-	-	-	-
5	5,14	4,93	5,76	3,09	5,45	5,09
15	5,04	5,01	8,69	2,94	6,25	8,56
30	8,02	10,86	10,18	7,95	7,25	7,56
60	10,50	13,50	11,93	5,00	5,63	5,40
90	8,00	11,68	12,19	2,62	4,37	4,83
120	8,23	8,80	9,67	1,54	2,31	3,50
180	4,06	6,48	5,76	1,18	1,79	1,96
240	3,65	3,44	5,09	1,33	1,59	2,57

Figura 27. Erosão do sulco ao longo do tempo de irrigação para a vazão 0,42 l/s na primeira e segunda irrigação.

Figura 28. Erosão do sulco ao longo do tempo de irrigação para a vazão 0,62 l/s na primeira e segunda irrigação.

Figura 29. Erosão do sulco ao longo do tempo de irrigação para a vazão 0,70 l/s na primeira e segunda irrigação.

$$1^{\text{a}} \text{ irrigação} = ER = 3,2x + 0,1395x^2 - 0,00083x^3 + 0,0000014x^4$$

$$2^{\text{a}} \text{ irrigação} = ER = 5,98x + 0,0125x^2 - 0,00021x^3 + 0,000000475x^4$$

c) vazão 0,70 l/s

$$1^{\text{a}} \text{ irrigação} = ER = 5,12x + 0,11495x^2 - 0,00073x^3 + 0,00000125x^4$$

$$2^{\text{a}} \text{ irrigação} = ER = 6,61x + 0,0125x^2 - 0,000216x^3 + 0,0000005x^4$$

Através destas equações, considerando-se um tempo de irrigação de 30 min para todas as vazões, pode-se aquilatar o decréscimo da taxa de erosão no sulco ocorrida entre a primeira e a segunda irrigação, uma vez que grande parte das partículas desagregadas do solo são carregadas na primeira irrigação (Tabela 18).

Verificou-se também, um aumento diretamente proporcional da taxa de erosão ao aumento da vazão de água escoada no sulco. Isto foi observado na primeira e na segunda irrigação e pode-se considerar este fato perfeitamente dentro do esperado.

Considerando-se os respectivos tempos de irrigação para a aplicação da lâmina de irrigação de 7,0 mm, determinou-se os níveis de erosão, que são apresentados na Tabela 19.

Verificou-se que na primeira irrigação a maior erosão ocorrida foi com a menor vazão utilizada. Esta vazão, por outro lado, exige um maior tempo de irrigação tendo-se, portanto, um maior tempo de escoamento superficial. As vazões 0,62 e 0,70 l/s, apresentando as erosões de 13,4 e 25,4 g, atendem o esperado, uma vez que a primeira possui a vazão e o tempo de irrigação menores.

Na segunda irrigação, dado os tempos de irrigação serem bastante próximos, o fator determinante da erosão foi a vazão de escoamento. Tem-se, portanto, uma relação diretamente proporcional entre a vazão e a erosão ocorrida no sulco de irrigação. Deve-se esclarecer que o maior tempo de irrigação apresentado na vazão 0,42 l/s, contrariando o esperado, é devido ao desajuste da equação aos dados originais

Tabela 18. Decréscimo da taxa de erosão no sulco ocorrida entre a primeira e segunda irrigação considerando-se um tempo de aplicação de água de 30 minutos.

Irrigação	Solo carregado (g)		
	$Q_1 = 0,42 \text{ l/s}$	$Q_2 = 0,62 \text{ l/s}$	$Q_3 = 0,70 \text{ l/s}$
1	179,5	200,3	238,4
2	128,6	185,4	204,1

Tabela 19. Nível de erosão ocorrida no sulco a cada irrigação com aplicação de uma lâmina de 7,0 mm para cada uma das três vazões testadas.

Irrigação	Q ₁ = 0,42 l/s		Q ₂ = 0,62 l/s		Q ₃ = 0,70 l/s	
	Irriga- ção (min)	Solo car- reado (g)	Irriga- ção (min)	Solo car- reado (g)	Irriga- ção (min)	Solo car- reado (g)
1	7,7	33,5	3,6	13,4	4,5	25,4
2	10,5	26,8	9,0	55,0	10,6	72,6

nos primeiros instantes da irrigação.

Utilizando-se os dados de erosão calculados para a aplicação de uma lâmina de 7,0 mm obteve-se, na primeira e na segunda irrigação, as seguintes quantidades de solo carregadas por hectare irrigado (Tabela 20).

Teve-se portanto, um aumento de 2,6 kg no total de solo erodido com a vazão de 0,62 l/s em relação a 0,42 l/s; a vazão de 0,70 l/s excede em 9,8 kg a de 0,62 l/s e em 12,4 kg a vazão 0,42 l/s.

Para o solo em estudo, em um hectare irrigado estas duas irrigações removeriam, para as vazões de 0,42; 0,62 e 0,70 l/s uma camada de 0,00072 mm, 0,00081 mm e 0,0011 mm, respectivamente.

Tabela 20. Quantidades de solo carregado, por hectare irrigado, na primeira e segunda irrigação de 7,0 mm de lâmina de água aplicada para as três vazões testadas.

Irrigação	Solo carregado (kg/ha)		
	$Q_1 = 0,42 \text{ l/s}$	$Q_2 = 0,62 \text{ l/s}$	$Q_3 = 0,70 \text{ l/s}$
1	11,2	4,5	8,4
2	9,0	18,3	24,2
Total	20,2	22,8	32,6

5. CONCLUSÕES

Os resultados obtidos, analisados e interpretados permitiram as seguintes conclusões:

- a) O tratamento N_4 (20 - 60 kg/ha de nitrogênio no plantio e em cobertura respectivamente) é o mais indicado para um sistema de produção comercial nas condições de solo e clima idênticos ao da presente pesquisa.
- b) A combinação de maior eficiência técnica que promove maior produção é 20-75 kg/ha de N no plantio e em cobertura, respectivamente. A combinação de maior eficiência econômica é 20-55 kg/ha de N.
- c) De todos os dados biométricos estudados verificou-se significância estatística no rendimento de grãos, onde o nível N_5 (20 e 90 kg/ha de N no plantio e em cobertura respectivamente) foi o destaque; e no número de perfilhos, destacando-se a dose

gem N_6 (20 e 120 kg/ha de N). Constatou-se nos dois casos, no entanto não haver diferença estatística entre os níveis N_4 , N_5 e N_6 .

- d) A mudança da vazão de escoamento d'agua no sulco não modificou as principais características agronômicas da cultura.
- e) Dentro das condições em que se processou o ensaio , a vazão d'agua no sulco mais indicada em relação à eficiência de irrigação foi 0,70 l/s, porém sugere que um diferente manejo da água seja adotado visando diminuir-se a vazão e aumentar-se a uniformidade e eficiência da irrigação.
- f) Através dos dados calculados constatou-se um aumento diretamente proporcional entre a quantidade de sedimentos carregados e a vazão de irrigação. Os valores encontrados de 20,2 ; 22,8 e 32,6 kg de solo erodido por hectare, nas duas irrigações executadas, para as vazões de 0,42; 0,62 e 0,70 l/s, respectivamente, indicam que a utilização deste sistema neste tipo de solo, exige posteriores estudos do manejo adequado da agua e do solo visando atender o aspecto de conservação do solo.

6. LITERATURA CITADA

- AGARWAL, S.K. e S.K. YADAV, 1978. Effect of nitrogen and irrigation levels on the growth yield of wheat. *Indian J. Agron.*, 23(2):137-143.
- BAUER, A.; R.A. YOUNG e J.L. OZBUN, 1965. Effects of moisture and fertilizer on yields of spring wheat and barley. *Agron. J.*, 57:354-356.
- BERNARDO, S., 1978. Determinação da perda d'água por percolação e por "runoff" em irrigação por sulco. *R. Ceres, Viçosa*, 25(138):169-178.
- BISHOP, A.A., 1962. Relation of intake rate to length of run in surface irrigation. *Trans. Am. Soc. Cív. Eng.*, 127:282-293.
- BOOHER, L.J., 1974. *El riego superficial*. Roma, FAO, 162p. (FAO. Fomento de Tierras y aguas, 3. FAO. Cuadernos de Fomento Agropecuario, 95).
- BRASIL. Ministério da Agricultura. Departamento Nacional de Pesquisa Agropecuária. Divisão de Pesquisa Pedológica, 1971. Latosol roxo. In: *Levantamento de reconhecimento dos solos do sul do estado de Mato Grosso*. Rio de Janeiro, 205-212. (DNPEA. Boletim Técnico, 18).

- CAMPBELL, C.A. e H.R. DAVIDSON, 1979. Effect of temperature, nitrogen fertilization and moisture stress on yield, yield components, protein content and moisture use efficiency of Manitou spring wheat. *Can. J. Plant Sci.*, 59(4):963-974.
- CRIDDLE, W.D.; S. DAVIS; P. CLAUDE e D.G. SHOCHLEY, 1956. Methods for evaluating irrigation systems. *Agriculture Handbook n° 82* SCS- USDA.
- DAKER, A., 1973. A água na agricultura: manual de hidráulica agrícola; irrigação e drenagem. 4.ed. Rio de Janeiro, Freitas Bastos, v.3, 453p.
- FABRÍCIO, A.C. e C.V.S. BARBO, 1981. Efeito de doses e épocas de aplicação de nitrogênio para a cultura do trigo. In: VII Reunião da Comissão Norte Brasileira de Pesquisa de Trigo, Ponta Grossa, 1981. *Resultados de pesquisa de trigo obtidos na UEPAE de Dourados em 1980*. Dourados, EMBRAPA-UEPAE Dourados, p.77-81.
- FERNÁNDEZ, G.R. e R.J. LAIRD, 1959. Yield and protein content of wheat in Central Mexico as affected by available soil moisture and nitrogen fertilization. *Agron. J.*, 52:33-36.
- FERREIRA, P.A.; A.A. CARDOSO, B. FERNANDES e A.C. PARENTES, 1973. Efeito de diferentes níveis de tensão de umidade do solo sobre a produção do trigo. *R. Ceres*, Viçosa, 20(108): 129-33.
- GARRIDO, A.T.; A.M. da SILVA e M.A. de SOUZA, 1979. Efeito de diferentes regimes de irrigação sobre o rendimento do trigo na região sul de Minas Gerais. In: EMPRESA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA DE MINAS GERAIS, Belo Horizonte, MG. *Projeto trigo: relatório 76/77*. Belo Horizonte, p.52-5.
- GOMAH, A.H.M. e F. AMER, 1981. Response of irrigated wheat to residual and fertilizer nitrogen. *Plant Soil*, 60(1):21-28.
- HIDALGO GRANADOS, A., 1971. *Metodos modernos de riego de superficie*. Madrid. Aguilar, 463p.

- ISRAESENS, O.W. e V.E. HANSEN, 1979. *Principios y aplicaciones del riego*. 2.ed. Barcelona, Reverté, 396p.
- MAGALHÃES, J.C.A.J.; A.R. SUHET; J.E. da SILVA; J.R.R. PERES; D.M.G. de SOUZA e J.A. AZEVEDO, 1978. Efeito da aplicação do nitrogênio no rendimento de duas variedades de trigo (*Triticum aestivum* L.), em solo de cerrado. In: IV Reunião da Comissão Norte Brasileira de Trigo, Campinas, 1978. *Trabalhos com trigo no CPA Cerrados em 1977*. Planaltina, EMBRAPA-CPAC, v.3, p. 119-136.
- MUZILLI, O. e M.A. HOEPFNER, 1981. Adubação mineral do trigo no estado do Paraná. In: FUNDAÇÃO INSTITUTO AGRONÔMICO DO PARANÁ, Londrina, PR. *Cultura do trigo no estado do Paraná*. Londrina, p.35-56. (IAPAR. Circular, 22).
- MYERS, V.I. e R. TOVEY, 1966. Accurate, rapid evaluation of erosion from irrigation furrows. *Trans. ASAE*, 9:404-405.
- OLITTA, A.F.L., 1978. *Os métodos de irrigação*. São Paulo, Nobel, 267p.
- PURCINO, J.R.C., 1983. Irrigação em trigo. *Inf. agropec.*, Belo Horizonte, 9(97):58-62.
- RAMOS, M., 1981. Caracterização da curva de resposta do trigo à aplicação de nitrogênio. *Pesq. agropec. bras.*, Brasília, 16(5):611-615.
- RICHARDS, L.A., 1949. Methods of measuring soil moisture tension. *Soil Sci.*, 68(1):95-112.
- ROBINS, J.S. e C.E. DOMINGOS, 1962. Moisture and nitrogen effects on irrigated spring wheat. *Agron. J.*, 54:135-138.
- RODRIGUEZ ZAVALA, C. e E. PALACIOS VÉLEZ, 1979. Efecto de la tensión de la humedad del suelo sobre tres etapas fenológicas del cultivo de trigo. *Agrociência*, México, (38):65-76.

- SCALOPI, E.J.; A.E. KLAR e E.F.C. VASCONCELLOS, 1971. Irrigação e adubação nitrogenada na cultura do alho. *O Solo*, Piracicaba, 63(1):63-66.
- SILVA, A.R. da e J.C. LEITE, 1979. A cultura do trigo nas várzeas de Minas Gerais. *Inf. agropec.*, Belo Horizonte, 5 (50):49-54.
- SILVA, A.R. da; F. NOVAIS e J.M.V. de ANDRADE, 1981. A irrigação por infiltração pelo método de corrugação e sua utilização na cultura do trigo nos cerrados. *Item*, Brasília, (7):10-15.
- SILVA, A.R. da; J.C. LEITE; J.C.A.J. MAGALHÃES e N. NEUMAIER, 1976. *A cultura do trigo irrigado nos cerrados do Brasil Central*. Brasília, EMBRAPA-CPAC, 70p. (Circular Técnica, 1).
- SILVEIRA, P.M. da, 1976. Efeito de diferentes níveis de nitrogênio e tensões de umidade no solo sobre a cultura do trigo. Viçosa, UFV, 46p. (Tese Mestrado - Engenharia Agrícola).
- SOILMOISTURE EQUIPAMENT CORP., Santa Barbara, EUA, 1981. *Operating instructions for the model 2725A Jet Fill Tensiometer*. Santa Barbara, 6p.
- SOUZA, M.A. de e J. SOARES SOBRINHO, 1983. Cultivares de trigo para Minas Gerais. *Inf. agropec.*, Belo Horizonte, 9(97):20-26.
- THAKUR, R.C. e J. SHEKHAR, 1982. Effect of nitrogen management and soil moisture conservation practices on rainfed wheat (*Triticum aestivum* L.). *Plant Soil*, 66:433-437.
- TIWARI, K.P. e S.P. SINGH, 1969. Effect of nitrogen, phosphorus and irrigation on yield attributes of wheat. *Indian J. Agron.*, 14(1):1-7.
- WILSON, J.H., 1969. The influence of water on yield components of wheat. *Rhod. J. Agric. Res.*, 7(2):129-33. Resumo citado no Field Crop Abstracts, 23(4):430. 1970.

A P Ê N D I C E

Tabela 1. Apêndice. Análise de variância do rendimento de grãos obtido para a vazão 0,42 l/s sob diferentes níveis de adubação nitrogenada.

Causas de variação	GL	SQ	QM	F
Blocos	4	496.482,61	124.120,65	1,59
Tratamentos (N)	5	951.970,79	190.394,16	2,45 n.s.
Resíduo	20	1.552.042,33	77.602,11	
Total	29	3.000.495,73		

Média = 1.752,3

C.V. = 15,9 %

Tabela 2. Apêndice. Análise de variância do rendimento de grãos obtido para a vazão 0,62 l/s sob diferentes níveis de adubação nitrogenada.

Causas de variação	GL	SQ	QM	F
Blocos	4	1.029,581,97	257.395,49	1,94
Tratamentos (N)	5	1.756.960,59	351.392,12	2,65 n.s.
Resíduo	20	2.651.848,73	132.592,44	
Total	29	5.438.391,30		

Média = 1.861,75

C.V. = 19,56 %

Tabela 3. Apêndice. Análise de variância do rendimento de grãos obtido para a vazão 0,70 l/s sob diferentes níveis de adubação nitrogenada.

Causas de variação	GL	SQ	QM	F
Blocos	4	1.595.302,35	398.825,59	4,61
Tratamentos (N)	5	2.517.016,72	503.403,34	5,82**
Resíduo	20	1.729.361,21	86.468,06	
Total	29	5.841.680,28		

Média = 1.755,09

C.V. = 16,75 %

** Significativo a 1 %.

Tabela 4. Apêndice. Análise de variância conjunta dos rendimentos de trigo, obtido para três vazões de água no sulco de irrigação por corrugação sob diferentes doses de adubação nitrogenada.

Causas de variação	GL	SQ	QM	F
Tratamentos (N)	5	3.991.969,50	798.393,90	8,07**
Vazão	2	233.606,16	116.803,08	1,18 n.s.
Vazão x tratamento	10	1.233.978,39	123.397,84	1,25 n.s.
Bloco dentro do tratamento	12	3.121.366,80	260.113,90	
Resíduo	60	5.933.252,26	98.887,54	
Total	89	14.514.168,66		

Média = 1.789,7

C.V. = 17,57 %

** Significância a nível de 1 %.

Tabela 5. Apêndice. Análise de variância do número de perfilhos obtido para a vazão 0,42 l/s sob diferentes níveis de adubação nitrogenada.

Causas de variação	GL	SQ	QM	F
Blocos	4	1,29	0,32	4,43
Tratamentos (N)	5	0,43	0,09	1,19 n.s.
Resíduos	20	1,45	0,07	
Total	29	3,18		

Média = 1,67

C.V. = 16,19 %

Tabela 6. Apêndice. Análise de variância do número de perfilhos obtido para a vazão 0,62 l/s sob diferentes níveis de adubação nitrogenada.

Causas de variação	GL	SQ	QM	F
Blocos	4	0,12	0,03	0,28
Tratamentos (N)	5	1,28	0,25	2,41 n.s.
Resíduo	20	2,12	0,10	
Total	29	3,51		

Média = 1,70

C.V. = 19,23 %

Tabela 7. Apêndice. Análise de variância do número de perfilhos obtido para a vazão 0,70 l/s sob diferentes níveis de adubação nitrogenada.

Causas de variação	GL	SQ	QM	F
Blocos	4	0,38	0,09	1,98
Tratamentos (N)	5	0,70	0,14	2,91*
Resíduo	20	0,97	0,05	
Total	29	2,05		

Média = 1,60

C.V. = 13,7 %

*. Significativo a nível de 5 %.

Tabela 8. Apêndice. Análise de variância conjunta do número de perfilhos obtido para três vazões de água no sulco de irrigação por corrugação sob diferentes doses de adubação nitrogenada.

Causas de variação	GL	SQ	QM	F
Tratamentos (N)	5	1,37	0,27	3,56**
Vazão	2	0,13	0,065	0,86 n.s.
Vazão x tratamento	10	1,05	0,105	1,39 n.s.
Bloco dentro do tratamento	12	1,79	0,150	
Resíduo	60	4,54	0,075	
Total	89	8,87		

Média = 1,65

C.V. = 16,60 %

** Significativo a nível de 1 %.

Tabela 9. Apêndice. Análise de variância do peso do hectolitro obtido para a vazão 0,42 l/s sob diferentes níveis de adubação nitrogenada.

Causas de variação	GL	SQ	QM	F
Blocos	4	5,76	1,44	0,58
Tratamentos (N)	5	10,17	2,03	0,82 n.s.
Resíduo	20	49,90	2,49	
Total	29	65,83		

Média = 72,22

C.V. = 2,19 %

Tabela 10. Apêndice. Análise de variância do peso do hectolitro obtido para a vazão 0,62 l/s sob diferentes níveis de adubação nitrogenada.

Causas de variação	GL	SQ	QM	F
Blocos	4	8,37	2,09	0,58
Tratamentos (N)	5	14,92	2,98	0,82 n.s.
Resíduo	20	72,46	3,62	
Total	29	95,76		

Média = 72,80

C.V. = 2,61 %

Tabela 11. Apêndice. Análise de variância do peso do hectolitro obtido para a vazão 0,70 ℓ/s sob diferentes doses de adubação nitrogenada.

Causas de variação	GL	SQ	QM	F
Blocos	4	3,80	0,95	0,66
Tratamentos (N)	5	7,72	1,54	1,08 n.s.
Resíduo	20	28,63	1,43	
Total	29	40,15		

Média = 74,07

C.V. = 1,62 %

Tabela 12. Apêndice. Análise de variância conjunta do peso do hectolitro obtido para três vazões de água no sulco de irrigação por corrugação sob diferentes doses de adubação nitrogenada.

Causas de variação	GL	SQ	QM	F
Tratamentos (N)	5	6,76	1,35	0,54 n.s.
Vazão	2	53,39	26,69	10,63**
Vazão x tratamento	10	26,05	2,60	1,03 n.s.
Bloco dentro do tratamento	12	17,94	1,50	
Resíduo	60	150,99	2,51	
Total	89	255,13		

Média = 73,04

C.V. = 2,17 %

** Significativo a nível de 1 %.

Tabela 13. Apêndice. Análise de variância de altura de plantas obtida para a vazão 0,42 l/s sob diferentes níveis de adubação nitrogenada.

Causas de variação	GL	SQ	QM	F
Blocos	4	58,33	14,58	0,80
Tratamentos (N)	5	80,00	16,00	0,88 n.s.
Resíduos	20	361,67	18,08	
Total	29	500,00		
Média = 70,00				
C.V. = 6,07 %				

Tabela 14. Apêndice. Análise de variância da altura de plantas obtida para a vazão 0,62 l/s sob diferentes doses de adubação nitrogenada.

Causas de variação	GL	SQ	QM	F
Blocos	4	70,00	17,50	0,57
Tratamentos (N)	5	94,17	18,83	0,62 n.s.
Resíduo	20	610,00	30,50	
Total	29	774,17		

Média = 71,83

C.V. = 7,69 %

Tabela 15. Apêndice. Análise de variância da altura de plantas obtida para a vazão 0,70 l/s sob diferentes doses de adubação nitrogenada.

Causas de variação	GL	SQ	QM	F
Blocos	4	161,47	40,37	1,99
Tratamentos (N)	5	50,67	10,13	0,50 n.s.
Resíduo	20	405,33	20,27	
Total	29	617,47		

Média = 72,87

C.V. = 6,18 %

Tabela 16. Apêndice. Análise de variância conjunta da altura de plantas obtida para três vazões de água no sulco de irrigação por corrugação sob diferentes doses de adubação nitrogenada.

Causas de variação	GL	SQ	QM	F
Tratamentos (N)	5	65,83	13,17	0,57 n.s.
Vazão	2	126,50	63,25	2,75 n.s.
Vazão x tratamento	10	158,97	15,90	0,69 n.s.
Bloco dentro do tratamento	12	289,79	24,15	
Resíduo	60	1.377,03	22,95	
Total	89	2.018,1		

Média = 71,57

C.V. = 6,69%

Tabela 17. Apêndice. Análise de variância do número de grãos/espigeta obtido para a vazão 0,42 l/s sob diferentes doses de adubação nitrogenada.

Causas de variação	GL	SQ	QM	F
Blocos	4	0,57	0,14	1,81
Tratamentos (N)	5	0,54	0,11	1,37 n.s.
Resíduo	20	1,58	0,08	
Total	29	2,70		

Média = 2,06

C.V. = 13,64 %

Tabela 18. Apêndice. Análise de variância do número de grãos/espiguetas obtido para a vazão 0,62 l/s sob diferentes doses de adubação nitrogenada.

Causas de variação	GL	SQ	QM	F
Blocos	4	0,40	0,10	1,0
Tratamentos (N)	5	0,53	0,10	1,0 n.s.
Resíduo	20	2,07	0,10	
Total	29	3,00		

Média = 2,14

C.V. = 15,06 %

Tabela 19. Apêndice. Análise de variância do número de grãos/espiguetas obtido para a vazão 0,70 l/s sob diferentes doses de adubação nitrogenada.

Causas de variação	GL	SQ	QM	F
Blocos	4	0,38	0,09	1,24
Tratamentos (N)	5	0,64	0,13	1,70 n.s.
Resíduo	20	1,51	0,07	
Total	29	2,53		

Média = 2,16

C.V. = 12,76 %

Tabela 20. Apêndice. Análise de variância conjunta do número de grãos/espigeta obtido para três vazões de água no sulco de irrigação por corrugação sob diferentes doses de adubação nitrogenada.

Causas de variação	GL	SQ	QM	F
Tratamentos (N)	5	0,57	0,11	1,28 n.s.
Vazão	2	0,14	0,07	0,81 n.s.
Vazão x tratamento	10	1,14	0,11	1,27 n.s.
Bloco dentro do tratamento	12	1,35	0,11	
Resíduo	60	5,17	0,086	
Total	89	8,37		

Média = 2,12

C.V. = 13,83 %

Tabela 21. Apêndice. Análise de variância do peso de mil sementes obtido para a variedade 0,42 ℓ /s sob diferentes níveis de adubação nitrogenada.

Causas de variação	GL	SQ	QM	F
Blocos	4	47,72	11,93	2,01
Tratamentos (N)	5	64,83	12,96	2,19 n.s.
Resíduo	20	118,46	5,92	
Total	29	231,01		

Média = 34,55

C.V. = 7,04 %

Tabela 22. Apêndice. Análise de variância do peso de mil sementes obtido para a variedade 0,62 l/s sob diferentes níveis de adubação nitrogenada.

Causas de variação	GL	SQ	QM	F
Blocos	4	34,21	8,55	1,25
Tratamentos (N)	5	44,75	8,95	1,30 n.s.
Resíduo	20	136,76	6,84	
Total	29	215,73		

Média = 34,72

C.V. = 7,53 %

Tabela 23. Apêndice. Análise de variância do peso de mil sementes obtido para a variedade 0,70 ℓ/s sob diferentes níveis de adubação nitrogenada.

Causas de variação	GL	SQ	QM	F
Blocos	4	65,29	16,32	2,28
Tratamentos (N)	5	53,08	10,62	1,48 n.s.
Resíduo	20	143,38	7,17	
Total	29	261,75		

Média = 35,22

C.V. = 7,6 %

Tabela 24. Apêndice. Análise de variância conjunta do peso de mil sementes, obtido para três vazões de água no sulco de irrigação por corrugação sob diferentes doses de adubação nitrogenada.

Causas de variação	GL	SQ	QM	F
Tratamentos (N)	5	9,58	1,92	0,29 n.s.
Vazão	2	7,23	3,62	0,54 n.s.
Vazão x tratamento	10	153,07	15,31	2,30*
Bloco dentro do tratamento	12	147,22	12,27	
Resíduo	60	398,6	6,64	
Total	89	715,73		

Média = 34,85

C.V. = 7,39 %

* Significativo a nível de 5 %.

Piracicaba, de de 1984

Candidato

De acordo:

Orientador

Aprovado pelo Conselho de Curso em

___/___/1984

Coordenador do Curso