

UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA  
CENTRO DE CIÊNCIAS E TECNOLOGIA  
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA CIVIL

EFEITOS DE DIFERENTES CONTEÚDOS DE ÁGUA DO SOLO  
E DOSES DE NITROGÊNIO SOBRE O COMPORTAMENTO  
DO TRIGO (Triticum aestivum L.)

por

Luis Fernando Stone

CAMPINA GRANDE, PARAÍBA

FEVEREIRO - 1976



S877e Stone, Luis Fernando.  
Efeitos de diferentes conteúdos de água do solo e doses de nitrogênio sobre o comportamento do trigo (*Triticum aestivum* L.) / Luis Fernando Stone. - Campina Grande, 1976. 74 f.

Dissertação (Mestrado em Ciências) - Universidade Federal da Paraíba, Centro de Ciências e Tecnologia, 1976. "Orientação : Prof. Dr. Hugo Orlando Carvalho Guerra". Referências.

1. Trigo (*Triticum Aestivum* L.). 2. Trigo - Comportamento - Níveis de Nitrogênio. 3. Águas de Solo. 4. Dissertação - Ciências. I. Guerra, Hugo Orlando Carvalho. II. Universidade Federal da Paraíba - Campina Grande (PB). III. Título

CDU 633.11(043)

EFEITOS DE DIFERENTES CONTEÚDOS DE ÁGUA DO SOLO  
E DOSES DE NITROGÊNIO SOBRE O COMPORTAMENTO  
DO TRIGO (Triticum aestivum L.)

LUIS FERNANDO STONE

TESE SUBMETIDA AO CORPO DOCENTE DA COORDENAÇÃO DOS PROGRAMAS DE  
PÓS-GRADUAÇÃO E PESQUISA DO CENTRO DE CIÊNCIAS E TECNOLOGIA DA  
UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA COMO PARTE DOS REQUISITOS NE-  
CESSÁRIOS PARA A OBTENÇÃO DO GRAU DE MESTRE EM CIÊNCIAS (M.Sc.)

Aprovado por:

COMISSÃO

*H. P. Carvalho*

Presidente

*anamaria de castro*

*Ant. José Lima*

CAMPINA GRANDE

ESTADO DA PARAÍBA - BRASIL

FEVEREIRO - 1976

À minha esposa e filho

A G R A D E C I M E N T O S

O autor agradece:

De modo especial ao Dr. Hugo O. Carvalho Guerra do Centro de Ciências e Tecnologia da Universidade Federal da Paraíba, seu orientador, por sua valiosa ajuda na planificação, orientação, desenvolvimento, redação e correção da tese.

A Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária através de seu Centro de Recursos do Trópico Semi-Árido, por ter colocado à sua disposição todos os recursos deste Centro.

Ao João de Oliveira Pereira, pelo eficiente trabalho de datilografia.

Aos seus professores, amigos e a todas as pessoas que colaboraram com este trabalho.

## R E S U M O

O presente trabalho teve como objetivo estudar os efeitos de diferentes conteúdos de água do solo e níveis de nitrogênio sobre o comportamento do trigo.

Os trabalhos foram desenvolvidos em um Vertissolo, na Estação Experimental de Mandacaru, localizada em Juazeiro, Bahia.

Os parâmetros usados para avaliar os efeitos de diferentes conteúdos de água do solo e níveis de nitrogênio sobre o comportamento do trigo, foram os seguintes: rendimento de grão, rendimento de palha, relação palha/grão, altura da planta, comprimento da espiga, número de grãos por espiga e porcentagem de proteína no grão.

Para estudar-se estes efeitos usou-se um delineamento estatístico do tipo blocos ao acaso com parcelas sub-divididas (split-plot) onde os tratamentos foram: ir

rigar quando a água disponível descer a 45, 30, 15 e 0% e os sub-tratamentos foram: 0, 40, 80 e 120 Kg/ha de nitrogênio.

A análise dos resultados mostrou que o rendimento de grão, rendimento de palha, altura da planta, comprimento da espiga e número de grãos por espiga aumentaram a medida que aumentou o conteúdo de água do solo. A maior relação palha/grão foi obtida com o tratamento mais seco (irrigar quando se esgotar a água disponível) que diferiu significativamente dos demais. A porcentagem de proteína no grão aumentou a medida que diminuiu o conteúdo de água do solo. Os rendimentos de grão e de palha aumentaram com o incremento dos níveis de nitrogênio aplicado. O nitrogênio não teve influência significativa na relação palha/grão. A altura da planta, o comprimento da espiga e o número de grãos por espiga das plantas adubadas com nitrogênio foi significativamente maior do que das não adubadas, não existiu diferença significativa entre os tratamentos adubados. A porcentagem de proteína no grão aumentou com o incremento dos níveis de nitrogênio aplicado.

Baseado nos resultados obtidos poderia se recomendar que, para obter os maiores rendimentos de grãos na região do Médio São Francisco, especialmente na Zona de Juazeiro - Petrolina, o trigo deveria ser irrigado quando a água disponível do solo descer a 30% e deveria ser adubado com uma dose de 80 Kg/ha de nitrogênio.

## A B S T R A C T

The objective of the present work was to study the effects of different soil water contents and nitrogen levels on the wheat behavior.

The experiment was carried out on a Vertisol, at the Mandacaru Experimental Station, located in Juazeiro, Bahia.

The parameters used to estimate the effects of different soil water contents and nitrogen levels on the wheat behavior were the following: grain yield, straw yield, straw/grain relationship, plant height, head length, number of grains per head and percentage of grain protein.

The experimental design used to study these effects was a randomized split plot with regimes of water as treatments and levels of fertilization as subtrat-



ments . The treatments were: to irrigate the wheat when the available soil water reached 45, 30, 15 and 0%, and the subtreatments were: 0, 40, 80 and 120 Kg/ha of nitrogen.

The analyses of the results showed that the grain yield, straw yield, plant height, head length and number of grains per head increased with the increment of soil water content. The highest straw/grain relationship was obtained with the driest treatment (0% of available water), which differed significantly of the others. The percentage of grain protein increased as the soil water content decreased. Grain and straw yields increased with the increment of applied nitrogen, but there wasn't a significant difference among the fertilized treatments. Nitrogen didn't have a significant influence in the straw/grain relationship. Plant height, head length and number of grains per head of the nitrogen fertilized plants were significantly greater than the unfertilized plants, but there wasn't a significant difference among the fertilized treatments. The percentage of grain protein increased with the increment of applied nitrogen.

With the support of the obtained data it is possible to conclude that, to obtain the greatest grain yields where the study was conducted, the wheat should be irrigated when the available soil water content reach 30% and fertilized with 80 Kg/ha of nitrogen.

## I N D I C E

	Página	
DEDICATÓRIA	ii	
AGRADECIMENTOS	iii	
RESUMO	iv	
ABSTRACT	vi	
ÍNDICE	viii	
CAPÍTULO I	INTRODUÇÃO	1
CAPÍTULO II	REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	4
	1 - Efeitos do Nitrogênio	5
	2 - Efeitos do conteúdo de água do solo	9
	3 - Efeitos de interação água x nitrogênio	16
CAPÍTULO III	MATERIAIS E MÉTODOS	23
	1 - Localização do experimento	23
	2 - Propriedades do solo utilizado	24
	3 - Práticas culturais	25
	4 - Tratamentos	30

	Página
5 - Determinação do comportamen to do trigo	31
6 - Análise dos resultados	32
CAPÍTULO IV	RESULTADOS E DISCUSSÃO
1 - Rendimento de grão	34
2 - Rendimento de palha	40
3 - Relação palha/grão	44
4 - Altura da planta	48
5 - Comprimento da espiga	52
6 - Número de grãos por espiga	56
7 - Porcentagem de proteína no grão	61
CAPÍTULO V	CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES
	65
	BIBLIOGRAFIA
	68
	APÊNDICE
	75

## CAPÍTULO I

### I N T R O D U Ç Ã O

O trigo é uma das culturas mais extensamente cultivadas no mundo. Mais de um bilhão de seres humanos o consomem em diversas formas, e contribui assim em maior proporção que qualquer outro alimento no fornecimento de calorias e proteínas ao homem. Desde o começo do século atual, a produção mundial de trigo tem aumentado crescentemente e já excede a 300 milhões de toneladas ao ano. As quantidades de trigo que passam ao mercado mundial são maiores que as de todos os demais cereais juntos, e mais de um quinto da colheita tritícea mundial é exportada pelos países produtores.

O trigo é uma planta de grande dispersão geográfica cuja cultura se pratica em todos os continentes e em quase todos os países do globo, sob as mais diversas condições de meio ambiente.

Em algumas partes do mundo o cultivo do

trigo depende em grande parte da irrigação. Na República Árabe Unida, quase todo o trigo semeia-se em terras irrigadas. No Sudão, onde em geral a agricultura é de sequeiro, ao redor de 1 milhão de hectares dedicados ao trigo e a outros cultivos são irrigados. O trigo no Afeganistão ocupa a metade da terra cultivada e 35% da produção tritícea é obtida com irrigação. Cerca de 60% dos trigais do Paquistão Ocidental e Índia Setentrional são irrigados. A irrigação de trigais estende-se também a países da Ásia Ocidental, mais destacadamente, Irã e Iraque. No primeiro destes dois países, a terça parte do trigo semeado nas planícies é irrigado e no Iraque todas as colheitas do sul dependem da água retirada dos rios. Também pratica-se algo de irrigação em trigo em outras partes do mundo, por exemplo, na África Setentrional e Chile, porém as principais zonas tritíceas, como as do Canadá, Estados Unidos e Argentina dependem da chuva. (AYKROYD & DOUGHTY, 1970).

No Brasil a cultura do trigo vem se desenvolvendo de maneira surpreendente. Segundo os dados do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), em 1968, o Brasil apresentou um consumo aparente total de 3,5 milhões de toneladas de trigo, com uma produção de 860 mil toneladas. Entretanto, em 1969, o consumo aparente total foi de 3,7 milhões de toneladas, com uma produção de 1,4 milhões de toneladas. No ano agrícola de 1970/71 já se estimava que o Brasil produziria cerca de 50% do trigo necessário ao seu consumo.

Atualmente a triticultura brasileira concentra-se principalmente no Rio Grande do Sul, com 87% da produção nacional, seguido do Paraná (10%), Santa Catarina (2%), São Paulo (0,7%) e Mato Grosso (0,3%).

No Nordeste, a cultura do trigo é praticamente desconhecida dos agricultores. Porém, resultados de trabalhos conduzidos na Índia, África e na América (México, Colômbia, Peru e Bolívia) com variedades anãs de trigo, adequadas aos climas quentes, que proporcionam rendimento duas ou três vezes maiores que as que agora se cultivam, se supridas com suficientes fertilizantes e água, devem animar o nosso país a insistir na introdução desta cultura no Nordeste.

O presente trabalho visa determinar os efeitos de diferentes regimes de água do solo e de nitrogênio no comportamento do trigo, visando um futuro cultivo desta nessa região.

INSTITUTO SUPERIOR DE AGRICULTURA  
 Universidade Federal de Pernambuco  
 Recife - Pernambuco - 50.000-000  
 Rua Moraes Cabral, 120 - 50.000-000  
 50.100-000 - Recife - Pernambuco

## CAPÍTULO II

### REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

A produção da cultura de trigo (Triticum aestivum L.) está intimamente relacionada com suas características genó e fenotípicas. Além das características próprias da planta, outros fatores tais como o clima, propriedades físicas e químicas do solo, práticas culturais (adubação, irrigação, etc ...), influenciam também a produção desta cultura. A obtenção dos máximos rendimentos de trigo dependem de uma ótima combinação destes fatores (AYKROYD & DOUGHTY, 1970).

O trigo é uma planta anual muito sensível a uma deficiência de nitrogênio e responde marcadamente a uma adubação nitrogenada (JENSEN & LUND, s.d.). Tal resposta não é tão importante quando se aplica uma adubação fosforada (ANDRE et alii, 1973).

## 1 - EFEITOS DO NITROGÊNIO

A planta de trigo absorve a maior parte do seu nitrogênio (geralmente na forma de nitratos) na época da floração, mas a absorção continua até que a cultura esteja próxima da maturação. A planta inteira alcança o máximo conteúdo de nitrogênio três semanas antes da colheita. A absorção de nitrogênio pelas plantas de trigo em solos com baixos teores de nitrogênio, decresce rapidamente após as plantas terem alcançado o estágio do espigamento, mas continua em solos com altos teores de nitrogênio (JENSEN & LUND, s.d.). MEHROTRA et alii (1967) baseados em experimentos realizados em Lucknow, Índia, indicam que a planta de trigo apresenta dois picos de eficiência de utilização do nitrogênio, um no perfilhamento e outro no início do espigamento. Eles encontraram que a taxa de absorção de nitrogênio foi de 45% desde o surgimento da plântula até o perfilhamento, 25% desde o surgimento de nódulos na parte mais baixa do colmo até o espigamento e 30% nos estágios de formação do grão. Baseados nisto eles concluíram que a planta de trigo é exigente em nitrogênio mesmo depois do fim do período vegetativo e uma aplicação parcelada será altamente benéfica do ponto de vista do rendimento e qualidade.

Vários anos de extensivos experimentos com trigo de inverno em Ohio, EUA, demonstraram que quando o ni



trogênio estava disponível nos primeiros estágios do período vegetativo, havia um incremento no crescimento e no rendimento do trigo. Geralmente a porcentagem de proteína no grão não era afetada apreciavelmente, embora a proteína total por hectare aumentasse com o aumento do rendimento. Quando o nitrogênio foi aplicado no estágio do espigamento, seguido por precipitação ou irrigação, a porcentagem de proteína no grão aumentou cerca de 2% sem afetar o rendimento. Quando o nitrogênio foi aplicado nos estágios intermediários, rendimento e porcentagem de proteína foram aumentados, mas numa menor quantidade. Quanto mais próximo do espigamento o nitrogênio for aplicado, maior o efeito na porcentagem de proteína e menor o efeito no rendimento (LAMB, 1967).

HUNTER & STANFORD (1973) trabalhando na Pennsylvania, EUA, concluíram que o conteúdo de proteínas do trigo é incrementado pela adubação nitrogenada e, geralmente, não há efeito significativo das épocas de aplicação do nitrogênio. A taxa de nitrogênio necessária para a obtenção do máximo conteúdo possível de proteínas no grão de trigo é superior a necessária para o máximo rendimento de grãos. Continuando com os experimentos, os mesmos autores verificaram que o conteúdo de nitrogênio do grão e da palha do trigo necessário para a obtenção da máxima produção possível de matéria seca também é superior ao conteúdo ótimo para maior rendimento de grãos (STANFORD & HUNTER, 1973).

Diversos experimentos realizados no mundo

tem demonstrado a grande influência que a adubação nitrogenada exerce sobre os rendimentos do trigo (McNEAL & DAVIS, 1954; WAHHAB & HUSSAIN, 1957; NOVOA et alii, 1967; RAMOS, 1973; NOVOA & GUIZADO, 1973), sobre o perfilhamento (WOODWARD, 1966; NOVOA & GUIZADO, 1973; RAMOS, 1973), sobre o número de espigas e grãos por espiga (NOVOA & GUIZADO, 1973; RAMOS, 1973) e sobre a porcentagem de proteína da planta (WOODWARD, 1966; NOVOA et alii, 1967; BISHOP & MacEACHERN, 1971; LAOPIROJANA et alii, 1972; NOVOA E GUIZADO, 1973; HUNTER & STANFORD, 1973).

McNEAL & DAVIS (1954) trabalhando em Montana, EUA, obtiveram rendimentos médios de 1680, 2820 e 3630 Kg/ha com variedades de trigo irrigado que haviam recebido 0, 56 e 112 Kg de nitrogênio por hectare, respectivamente. Estudos de dois anos com trigo irrigado, no Paquistão Ocidental, mostraram que rendimentos médios de 1940, 2370 e 2410 Kg/ha são obtidos em solos fertilizados com 0, 34 e 67 Kg de nitrogênio por hectare, respectivamente (WAHHAB & HUSSAIN, 1957). Posteriormente WOODWARD (1966), em Utah, EUA, num estudo de quatro anos, observou que, com exceção dos solos muito férteis, o rendimento de grão de trigo, a altura da planta e a porcentagem de proteína aumentaram com a adição de nitrogênio. O aumento dos rendimentos foi devido, principalmente, a um aumento do número de perfilhos com a fertilização. NOVOA et alii (1967) trabalhando em La Molina, Peru, obtiveram rendimentos de 4402 Kg/ha com 100 Kg de nitrogê -

nio por hectare. O maior número de perfilhos por metro quadrado, número de grãos por espiga, peso de grãos por espiga e conteúdo de proteínas, foram obtidos com 150 Kg de nitrogênio por hectare (c.f. NOVOA & GUIZADO, 1973).

BISHOP & MacEACHERN (1971) trabalhando durante três anos com trigo em Nova Scotia, Canadá, observaram que o efeito do fertilizante nitrogenado no rendimento de grãos e palha e na porcentagem de nitrogênio nas folhas, grãos e palha foi predominantemente linear. Em todos os anos, incrementos nas taxas de nitrogênio produziram também significativos incrementos na proteína crua do grão de trigo. Com base nos valores médios para todos os locais e anos, taxas de 90 e 135 Kg de nitrogênio por hectare, em comparação com a taxa de 45 Kg de nitrogênio por hectare, aumentaram o rendimento de grãos de trigo em 15,1 e 18,9%, respectivamente. Com relação ao rendimento da palha os aumentos foram de 19,2 e 29,6%. Também com base nos valores médios de todos os anos e locais, as porcentagens de proteína crua no grão de trigo foram de 12,87, 15,47 e 17,02% com 45, 90 e 135 Kg de nitrogênio por hectare, respectivamente.

LAOPIROJANA et alii (1972) trabalhando com trigo em Oregon, EUA, verificaram que a adubação com nitrogênio aumentou significativamente o rendimento de grãos, sendo o máximo rendimento obtido com a aplicação de 140 Kg de nitrogênio por hectare. O rendimento do grão aumentou significativamente com os primeiros incrementos de nitrogênio adi

cionado, mas não houve diferença significativa no rendimento entre as taxas de 84 e 224 Kg de nitrogênio por hectare. A aplicação de 140 ou 224 Kg de nitrogênio por hectare produziu um aumento significativamente maior na porcentagem de proteína do grão do que qualquer outro dos tratamentos. A mais alta taxa de nitrogênio (224 Kg/ha) estimulou a acumulação de matéria seca e a síntese de proteína do grão num grau mais elevado do que a produção de grãos.

ANDRE et alii (1973) em experimento conduzido na Califórnia, EUA, encontraram que o rendimento economicamente ótimo para o trigo foi obtido usando 168 Kg de nitrogênio e 34 Kg de fósforo por hectare. O nitrogênio teve maior efeito nos rendimentos do que o fósforo, entretanto, os máximos rendimentos foram obtidos usando uma combinação de nitrogênio e fósforo.

CLAPP, Jr. (1973) em experimentos realizados em North Carolina, EUA, verificou que aplicando todo o nitrogênio na semeadura obtinha o mesmo rendimento de grãos de trigo do que dividindo as aplicações. A aplicação de 112 Kg de nitrogênio por hectare, neste tipo de solo, foi suficiente para obter os máximos rendimentos.

## 2 - EFEITOS DO CONTEÚDO DE ÁGUA DO SOLO

O trigo é pouco exigente em água, porém ela

nunca deve faltar durante certas fases de seu desenvolvimento, principalmente por ocasião do seu período crítico, que vai do "emborrachamento" (intumescimento da folha que envolve a inflorescência, preparando-se para o espigamento) ao espigamento. A época de aplicação da água, segundo o desenvolvimento da planta, é mais importante do que o número de irrigações dadas ou quantidade de água aplicada. Vários trabalhos realizados no Oeste dos EUA tendem a considerar quatro estágios importantes no desenvolvimento do trigo: início do perfilhamento (plantas com aproximadamente 15 a 20cm de altura), início do emborrachamento, período da floração e grãos em estado de pasta. Tendo o trigo umidade suficiente para a germinação (chuva ou irrigação antes do plantio), a maioria dos trabalhos conclui que as maiores produções em solos de textura média, profundos e de boa fertilidade, são normalmente obtidas quando 125 mm de água são aplicados em cada um dos três primeiros estágios citados. Quando se irriga no quarto estágio, completando um total de 500 mm de água, a produção tende a cair. As irrigações tardias, por outro lado, podem favorecer o amolecimento dos colmos nas proximidades da superfície do solo, ocasionando o acamamento da planta e, quando feitas por ocasião do amadurecimento dos grãos, estes tendem a ser mais moles e de qualidade inferior (DAKER, 1973).

PRIMAVESI (s.d.) discutindo a importância do clima para a cultura, afirma que o trigo necessita de

água especialmente durante a época de perfilhamento e espigamento. Excesso de água prejudica o rendimento, tanto em qualidade como em quantidade. O teor de proteína cresce com a diminuição do conteúdo de água do solo. Segundo PERRIN (1951), as irrigações devem ser repetidas metodicamente entre as fases do perfilhamento e do espigamento. Na fase do emborrachamento, a exigência de água é maior. Depois do espigamento uma única irrigação é necessária. Segundo a natureza do solo, a quantidade de água necessária varia de 1000 a 2000 m<sup>3</sup>/ha (c.f. FERREIRA et alii, 1973). Por outro lado, LEHANE & STAPLE (1962) indicam que os períodos críticos do trigo com relação ao déficit de água são os períodos do espigamento e formação do grão. Eles indicam que o rendimento do trigo diminui de 32% se o déficit ocorrer cedo (antes do espigamento) e de 68% se ocorrer tarde (do espigamento em diante) (c.f. MILLAR, 1973). A similares conclusões chegam ROBINS & DOMINGO em 1972 quando indicam que, a redução no rendimento de grãos de trigo é muito mais severa se um déficit de umidade ocorrer durante ou logo após o espigamento, geralmente resultando em menos espigas, menos espiguetas por espiga, e menos grãos por espiguetas. A população de espigas e grãos é geralmente reduzida por um deficit tardio de umidade no desenvolvimento da planta. O peso do grão é grandemente reduzido por um deficit de umidade antes da maturação. A altura da planta na colheita é reduzida por um deficit de umidade antes e durante o espigamento (c.f. SCHLEHUBER & TUCKER, 1967).

SALTER & GOODE (1967) resumem a resposta dos cereais a falta de água nas seguintes conclusões: os cultivos mostram uma marcada sensibilidade a falta de água durante a formação dos órgãos reprodutivos e durante a floração; deficits de água durante os períodos indicados reduzem marcadamente os rendimentos de grão através de uma redução no número de grãos por espiga; os tecidos dos órgãos reprodutivos demonstram ser susceptíveis a dano por falta de água, devido a isto a formação de pólen e a fecundação podem ser seriamente afetadas por condições de seca (c.f. MILLAR, 1973).

DAY & INTALAP (1970) em investigações conduzidas no Arizona, EUA, com trigo de primavera, observaram que este apresenta um período crítico com relação a umidade do solo, que é o período de surgimento de nódulos na parte mais baixa do colmo. Deficiência de água neste período resultou em menos dias desde o plantio até a floração, plantas mais baixas, maior porcentagem de acamamento, mais baixo rendimento de grãos, mais baixo peso hectolítrico, menos espigas por unidade de área, e menos grãos por espiga. Deficiência de umidade do solo em qualquer estágio do crescimento reduziu o rendimento de grãos. Quando a deficiência de umidade do solo ocorreu no período de surgimento dos nódulos na parte mais baixa do colmo, a redução do rendimento de grãos foi devida a menos espigas por unidade de área e menos grãos por espiga. Entretanto, quando a deficiência ocor

reu nos estágios da floração e grão em estado de pasta, o rendimento mais baixo de grãos foi causado pelo peso do grão. Deficiência de umidade nestes dois estágios apressou a maturação.

Segundo BAUER (1972) um deficit de água na época da floração do trigo de primavera provavelmente tem um maior efeito na redução do rendimento de grãos do que se ocorrer em outros estágios do crescimento. Comparado com plantas irrigadas adequadamente, o rendimento de grãos pode ser reduzido de 40% pela ocorrência de um deficit de água na floração. Precipitação durante o estágio reprodutivo parece ter uma maior contribuição para o rendimento de grãos do que antes ou após este estágio. Assim como DAKER em 1973, BAUER indica que aplicação de água após o estágio em que os grãos encontram-se em estado pastoso provavelmente contribui muito pouco para o rendimento de grãos e pode mesmo causar uma redução no rendimento e qualidade da cultura. Excessiva precipitação durante a estação de crescimento pode ser mais prejudicial para o trigo de primavera quando ocorre no ou antes do estágio em que o trigo apresenta duas folhas. Alta disponibilidade de água do solo ou alta umidade na semeadura pode reduzir a incidência de óvulos polinizados. Excesso de água pode reduzir o rendimento diretamente quando presente durante a estação de crescimento por causa do efeito sobre os componentes do rendimento. Pode também influenciar indiretamente no rendimento por causar atrasos na data de



semeadura e colheita ou causar acamamento.

Segundo FRANK et alii (1973) o potencial de água da folha, a resistência a difusão estomática e a fotossíntese da planta de trigo recuperam-se mais rapidamente e mais completamente (aumenta o potencial, diminui a resistência e aumenta a fotossíntese) de um deficit de água imposto nos estágios do perfilhamento e espigamento do que no estágio mais adiantado do enchimento dos grãos.

Referindo-se ao conteúdo de água do solo JENSEN & MUSICK (1960) indicam que os trigos de inverno e de primavera exibem considerável tolerância a uma moderada deficiência de água através do ciclo de crescimento. Em solos que permitem um bom desenvolvimento radicular do trigo, uma moderada deficiência, raramente ocorre, antes que 75 a 80% da água disponível do solo tenha sido extraída de zona radicular. Uma elevada deficiência não ocorrerá antes que o conteúdo de água na zona radicular aproxime-se do ponto de murchamento permanente (c.f. ROBINS et alii, 1967). Corroborando com o ponto de vista de JENSEN & MUSICK (1960), ROBINS et alii em 1967 indicam que quando o trigo cresce em regiões temperadas em solos com uma alta capacidade de retenção de água, rendimentos próximos do máximo podem ser alcançados com somente uma ou duas irrigações oportunas. Trigos de inverno e de primavera toleram uma retirada de 70 a 80% do suprimento de água disponível na zona radicular durante a maior parte do período de crescimento e acima de 90% próximo da

maturidade (ROBINS et alii, 1967). YANG & DE JONG (1971) es tudando padrões de absorção de água por plantas de trigo em câmaras de crescimento, em Saskatchewan, Canadá, observaram que a taxa de transpiração era baixa a altos potenciais capilares de água do solo, alcançando um máximo e declinando agudamente com o decréscimo do potencial capilar. Quando o potencial capilar dos solos estava perto de  $-1/3$  atm, a retirada de água pelas plantas era relativamente pequena, sen do a maioria da água retirada dos primeiros 25 cm do solo. A resistência ao movimento da água na planta cresceu do topo para a extremidade do sistema radicular e aumentou com o au mento da densidade aparente dos solos.

FERREIRA et alii (1973) em trabalho realizado em Viçosa, Minas Gerais, verificaram que as maiores pro duções de trigo foram conseguidas com tensões de 3,0 e 9,0 atm, que requerem apenas 14 e 8 irrigações de 30 mm, respec tivamente. Os tratamentos 0,5 atm e 1,0 atm, que receberam 21 e 19 irrigações de 30 mm cada uma, respectivamente, apre sentaram-se com produções estatisticamente semelhantes ao tratamento sem irrigação. Os dados obtidos sugeriram que nos limites de umidade estudados houve maior efeito de arejamen to que de umidade, haja visto que os tratamentos 0,5 atm e 1,0 atm apresentaram menor produção que os tratamentos 3,0 e 9,0 atm. As plantas submetidas aos tratamentos de menor tensão de umidade do solo apresentaram tendência de maior desenvolvimento vegetativo, maior perfilhamento, coloração

verde-escura, maior propensão ao acamamento e ciclo vegetativo maior.

Segundo THORNE & PETERSON (1969), os grãos pequenos efetuam grande parte do seu desenvolvimento em princípios da primavera, quando a umidade é relativamente elevada e quando a precipitação é, na maioria das vezes, suficiente. Em Utah, EUA, por exemplo, com uma precipitação média de 168 mm entre 1 de março e 1 de julho, o trigo de primavera produziu uma média de 30,5 hectolitros por hectare sem irrigação, alcançando um máximo de 41 hectolitros com uma lâmina de irrigação de 450 mm, e diminuiu ligeiramente o rendimento com maiores aplicações. Em Idaho, EUA, com uma precipitação total de 75 mm de 1 de março a 1 de julho, obteve-se somente 13 hectolitros de trigo de primavera sem irrigação e um máximo de 30,5 hectolitros por hectare com 823 mm de lâmina de irrigação.

Baseado em resultados de experimentos conduzidos no Texas, EUA, a eficiência da água para produção de grãos de trigo varia de 35 a 38 Kg/ha de grãos por centímetro de água usado (UNGER et alii, 1973).

### 3 - EFEITOS DA INTERAÇÃO ÁGUA x NITROGÊNIO

Diferentes pontos de vista com respeito ao

efeito da interação água x nitrogênio sobre a produção do trigo tem sido observados em diversos estudos. Assim, BOND et alii (1971) afirma que quando o conteúdo de água do solo numa cultura de trigo que cobre totalmente o solo, não é limitante, aumentos no crescimento da cultura devido a aplicações de nitrogênio terão pequena influência no uso da água pelo trigo. Entretanto, quando o conteúdo de água é limitado, as culturas bem fertilizadas desenvolvem um extensivo sistema radicular e extraem água do solo a mais altas tensões e maiores profundidades do que uma cultura não adubada. Isto significa que a planta adubada pode aumentar significativamente o uso da água. Mesmo que o incremento no uso da água por uma cultura fertilizada comparada com uma não fertilizada seja quantitativamente pequena, o maior suprimento de água acessível a cultura fertilizada poderia ter uma grande influência em regular os rendimentos.

DE JONG & RENNIE (1969) trabalhando em Saskatchewan, Canadá, com trigo plantado em terra de pousio, com adequado teor de água disponível, verificaram que o uso da água pelo trigo adubado com nitrogênio e pelo não adubado foi essencialmente o mesmo. Entretanto BOND (1968) em North Dakota, EUA, estudando o uso da água pelo trigo, durante os diferentes estágios de seu crescimento, verificou que em todos os estágios menos no espigamento o uso da água era maior quando nenhum nitrogênio era aplicado. Continuando o estudo do uso da água por plantas

de trigo fertilizadas com nitrogênio, BOND et alii (1971) em North Dakota, EUA, observaram que o maior incremento no uso da água causado pela adubação nitrogenada ocorreu durante os períodos de perfilhamento e espigamento. Este incremento no uso da água coincidiu com o período de pico do crescimento vegetativo da cultura, onde a produção total de matéria seca, do período de surgimento de nódulos na parte mais baixa do colmo até o espigamento, pelas parcelas adubadas com nitrogênio, foi duas a três vezes maior do que pelas parcelas não adubadas. O incremento da taxa de extração de água do solo, nestes dois períodos, criou uma deficiência de água para as plantas, do espigamento à colheita. O nitrogênio aplicado teve pequeno efeito na profundidade de extração de água do solo. Ele aumentou as retiradas de água do solo, mas na mesma profundidade radicular que as parcelas não adubadas o fazem. Além disso, experimentos realizados em Montana, EUA, mostraram que o uso total de água, uso diário de água, depleção da água do solo e rendimento de grãos do trigo de inverno foram substancialmente incrementados pela fertilização nitrogenada (BROWN, 1971).

BAUER et alii (1965) trabalhando com trigo em North Dakota, EUA, observaram que quando os conteúdos de água do solo armazenados são menor do que 50,8 mm, estão entre 50,8 e 101,6 mm e são maior do que 101,6 mm, os máximos rendimentos de grão (2,82, 5,48 e 11,58 hectolitros por hectare) são obtidos com 22,4, 44,8 e 67,2 Kg de nitrogênio

por hectare, respectivamente. Conclui-se, portanto, que a medida que aumenta o conteúdo de água do solo armazenado, maior quantidade de nitrogênio é requerida pela cultura do trigo para obter-se maiores rendimentos.

Trabalhos com trigo em Juazeiro, Bahia, com quatro regimes de água do solo (irrigar quando a umidade disponível descer a 69, 57, 45 e 33%) e quatro níveis de nitrogênio (60, 90, 120 e 150 Kg por hectare) mostraram que os rendimentos de grão e de palha do trigo, por lâmina aplicada, cresceram desde os tratamentos mais úmidos até os mais secos. Nas duas relações houve um aumento de rendimento em função do aumento na taxa de nitrogênio aplicado. Em relação aos níveis de nitrogênio, os rendimentos de grão e de palha de trigo por unidade de nitrogênio decresceram com o aumento da taxa de nitrogênio aplicado. Os tratamentos mais úmidos associados aos níveis mais baixos de nitrogênio foram os mais expressivos. A medida que a umidade decresce, diminui também a relação quilogramas de trigo produzido por quilogramas de nitrogênio aplicado (SÁ, 1966).

Por outro lado, POOSTCHI et alii (1972) trabalhando com vários níveis de fertilizante e irrigação na cultura do trigo, no Irã, verificaram que em todos os níveis de fertilidade, ao incrementar a irrigação, produzia-se um significativo aumento na produção de grãos. Ao contrário, incrementos nos níveis de fertilizantes aplicados, em todos os níveis de irrigação, produziram uma significativa re

dução no rendimento de grãos. Combinações de baixos níveis de fertilidade e altos níveis de irrigação produziram os mais altos rendimentos de grão. O efeito da interação irrigação x fertilizante foi altamente significativo para o rendimento de grão mas não teve efeito no rendimento da palha. A maioria da variação no rendimento de grão e palha foi devida aos níveis de irrigação.

Resultados de experimentos realizados com trigo em Nebraska, EUA, indicaram que o principal efeito do nitrogênio aplicado a um solo com adequado teor de água disponível foi incrementar o rendimento de grãos, enquanto que o principal efeito de severos deficits de água impostos à cultura foi aumentar o conteúdo de proteína. Nas situações intermediárias, o nitrogênio adicionado aumentou o rendimento de grãos e o conteúdo de proteínas (TERMAN et alii, 1969).

PAUL & MYERS (1971) trabalhando em Saskatchewan, Canadá, com dois tipos de solos, um argiloso e um franco, observaram que no solo argiloso os tratamentos de tensão de umidade não tiveram nenhum efeito significativo no rendimento de grãos de trigo, enquanto que no solo franco estes tratamentos governaram o rendimento. O tratamento de mais alta tensão (10 atm) produziu 40% menos grão e palha do que o de mais baixa tensão (1 atm). Os tratamentos de tensões de umidade tiveram pequeno efeito na concentração de nitrogênio na palha, grão e raízes. Incrementos na tensão de umidade causaram depressão na absorção de nitrogênio no so-

lo franco mas não tiveram efeito no solo argiloso, exceto por uma ligeira depressão do nitrogênio da palha.

PARTRIDGE & SHAYKEWICH (1972) em experimentos realizados em Manitoba, Canadá, em câmaras de crescimento, com o trigo sendo cultivado num solo inicialmente baixo em  $\text{NO}_3^- - \text{N}$ , observaram que a taxas acima de 100 ppm de nitrogênio o rendimento de grãos aumentou com os sucessivos incrementos do fertilizante nitrogenado. Os regimes de umidade do solo de tensões baixa e moderada (0,5 e 2,8 atm) não tiveram influência significativa no rendimento de grãos. Feito um gráfico da porcentagem de proteína versus fertilizante nitrogenado adicionado resultou uma curva côncava de proteína, com um decréscimo inicial para 50 ppm de nitrogênio e um subsequente aumento para 100 e 200 ppm de nitrogênio. A cada nível de nitrogênio apresentou-se uma estreita correlação negativa entre porcentagem de proteína e rendimento de grão. O regime de umidade não produziu nenhum efeito direto significativo sobre a porcentagem de proteína.

YAMADA et alii (1972) trabalhando na Califórnia, EUA, observaram que as respostas do rendimento de grãos aos tratamentos de fertilidade foram essencialmente constante em todos os níveis de irrigação. A concentração de proteína no grão foi influenciada, primariamente, pela adição de nitrogênio, porém a irrigação na época certa trouxe algum benefício.

SMIKA & GREB (1973) trabalhando em Nebraska,



EUA, observaram que a precipitação recebida pelo trigo, 40 a 55 dias antes da maturação do grão, durante um período de 15 dias, tem grande influência no conteúdo de proteína do grão. Durante estes 15 dias, cada 12,5 mm de precipitação recebida decresceu o conteúdo de proteína de 0,75%, em média. Isto ocorre porque a precipitação neste período aumenta a porcentagem de perfilhos que produzem espigas. Acredita-se que ocorra uma diluição do nitrogênio devido ao grande número de espigas para as quais deve ser translocado. O conteúdo de proteína decresceu com o aumento de água disponível do solo no momento da sementeira. Eles indicam que a fertilização nitrogenada, para incrementar o nível de proteína, deve ser balanceada com a quantidade disponível de água do solo.

Resultados de experimentos em Saskatchewan, Canadá, mostram que, em parcelas não adubadas, a precipitação durante a estação de crescimento do trigo teve uma maior influência no rendimento de grãos e conteúdo de proteínas do que a água do solo armazenada (READ & WARDER, 1974).

Resultados de vários experimentos conduzidos em North Dakota, EUA, mostram que quando o suprimento de umidade do solo aumenta de 163 para 511 milímetros, o rendimento de grãos de trigo aumenta de 1049 para 1957 Kg por hectare num solo não adubado e de 1425 para 2744 Kg por hectare num solo adubado (JENSEN & LUND, s.d.).

## CAPÍTULO III

### MATERIAIS E MÉTODOS

#### 1 - LOCALIZAÇÃO DO EXPERIMENTO

O experimento foi conduzido na Estação Experimental de Mandacaru, localizada no Município de Juazeiro - Ba, a uma distância aproximada de 3 Km do rio São Francisco. Sua situação geográfica corresponde a latitude 9º26' Sul e a longitude 40º24' a Oeste de Greenwich, e a uma altitude de 375 m acima do nível do mar. O clima da região é classificado segundo KOEPPEN (1948) como estépico, quente, com precipitação geralmente inferior a 750 mm/ano. Segundo dados da citada Estação Experimental, a precipitação média desta é de 523,4 mm/ano. O relevo do solo é suave, com micro-relevos característicos e depressões.

## 2 - PROPRIEDADES DO SOLO UTILIZADO

O experimento desenvolveu-se no solo Vertissolo Unidade 53, descrito pela FAO/PNUD (1971). Os Vertissolos são solos moderada ou imperfeitamente drenados, argilosos, com muito pouca diferenciação de horizontes, desprovidos de horizonte de acumulação de argilas. São solos de textura pesada, com argilas predominantemente do tipo montmorilonítico, que condicionam a expansão do material do solo quando molhado e a contração quando seco, determinando fortes fendilhamentos do solo na estação seca. São solos pouco ácidos, de elevada porcentagem de bases trocáveis e, ocasionalmente, com acumulação de carbonato de cálcio e, por vezes, sais solúveis na parte inferior do perfil. A profundidade média destes solos é aproximadamente 1,6 m (MARQUES, 1971).

A Tabela 1 apresenta a análise físico-mecânica do solo, em incrementos de 30 cm, até os 120 cm de profundidade. Tal análise foi feita através do método da pipeta (DAY, 1965). A Tabela 1 também apresenta valores de "capacidade de campo", ponto de murchamento permanente e densidade aparente. A "capacidade de campo" foi determinada in situ. O método utilizado consistiu em saturar o solo em condições naturais até uma dada profundidade e deixar este coberto com um material plástico. O conteúdo de água do solo

foi determinado mediante o método gravimétrico. Quando o conteúdo de água do solo das amostras coletadas intermitentemente, manteve-se constante durante 2 ou 3 determinações consecutivas, esta teoricamente foi a quantidade de água considerada retida na "capacidade de campo". O ponto de murchamento permanente foi determinado colocando o solo num prato poroso e submetendo-o a uma pressão positiva de 15 at mosferas numa panela de pressão. A determinação da densidade aparente foi feita utilizando cilindros metálicos de 7,8 cm de diâmetro por 10 cm de altura.

A Figura 1 apresenta a curva de retenção de água deste solo, obtida a partir de amostras inicialmente saturadas, as quais foram submetidas a diferentes pressões positivas.

Algumas propriedades químicas do solo podem ser observadas na Tabela 2.

### 3 - PRÁTICAS CULTURAIS

O solo foi arado, com um arado de aiveca, a uma profundidade média de 25 cm, em duas direções perpendiculares e logo após, aplainado, para eliminar as depressões e elevações existentes.

A fim de evitar que possíveis deficiências

TABELA 1  
 PROPRIEDADES FÍSICO-HÍDRICAS DO SOLO UTILIZADO

PROFUNDIDADE DO SOLO (cm)	CC %	PMP %	D.Ap. g/cm <sup>3</sup>	ARGILA %	SILTE %	AREIA %	CLASSIFICAÇÃO TEXTURAL *
0 - 30	23,73	13,54	1,65	44,66	10,73	44,61	Argiloso
30 - 60	23,29	14,07	1,64	43,68	11,65	44,67	Argiloso
60 - 90	23,73	14,29	1,62	45,24	11,67	43,09	Argiloso
90 - 120	23,58	14,05	1,64	45,17	11,06	43,77	Argiloso

CC - Capacidade de Campo  
 PMP - Ponto de Murchamento Permanente  
 D.Ap. - Densidade Aparente

\* - Classificação textural brasileira (MARQUES, 1971)

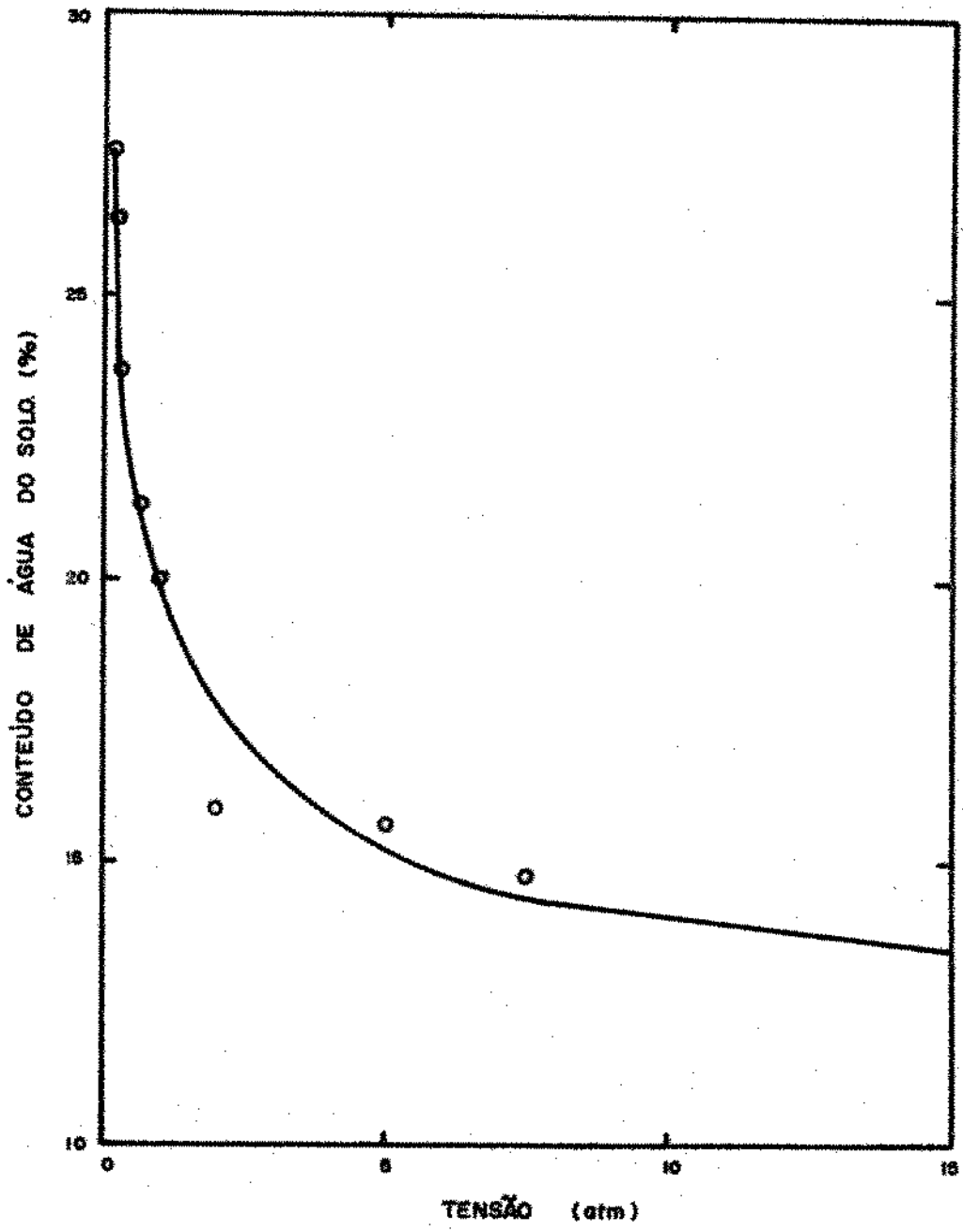


FIGURA 1. CURVA DE RETENÇÃO DE ÁGUA DO SOLO UTILIZADO

TABELA 2  
 ALGUMAS PROPRIEDADES QUÍMICAS DO SOLO UTILIZADO

PROFUNDIDADE DO SOLO (cm)	Ca <sup>++</sup>	Mg <sup>++</sup>	Na <sup>+</sup>	K <sup>+</sup>	PSB	pH		CE	C	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>
	me/100g TFSA				%	H <sub>2</sub> O 1:1	KCl 1:1	mmhos/cm	%	ppm
0 - 30	26,5	1,80	0,16	0,18	28,64	7,8	6,9	0,25	0,69	2,8
30 - 60	27,0	1,10	0,34	0,18	28,56	8,0	6,9	0,18	0,37	2,2
60 - 90	26,4	1,10	0,66	0,10	28,26	8,0	6,9	0,27	0,37	1,7
90 - 120	26,1	1,40	0,86	0,10	28,46	8,0	6,9	0,33	0,36	1,9

TFSA - Terra fina seca ao ar  
 PSB - Porcentagem de saturação de bases  
 CE - Condutividade elétrica

de fósforo e potássio pudessem mascarar os efeitos de nitrogênio, todo o experimento recebeu, inicialmente, uma adubação básica de 120 Kg/ha de  $P_2O_5$  e 60 Kg/ha de  $K_2O$ , na forma de superfosfato triplo e cloreto de potássio, respectivamente. A adubação nitrogenada foi feita com sulfato de amônia.

A semeadura do trigo foi feita a mão, em linhas distanciadas de 25 cm, na dose de 40 Kg/ha. Foi utilizada a variedade de trigo H-123. Conforme estudos realizados por técnicos da antiga Comissão do Vale do São Francisco e posteriormente pela SUDENE, esta variedade procedente da Rodésia, África, se caracteriza por ser de porte baixo e por ser uma das mais produtivas na região (SIMÕES, 1973).

As áreas vizinhas às parcelas do experimento foram cultivadas, adubadas e tratadas, inicialmente, de forma idêntica a estas, para evitar-se infiltrações colaterais e efeito de bordadura, dando assim maior segurança na execução do experimento.

Inicialmente foram dadas duas irrigações, a primeira um dia após a semeadura, para assegurar a germinação, e a segunda 11 dias após, a fim de assegurar um bom desenvolvimento das plantas recém nascidas. O método de irrigação empregado foi o de bacias retangulares com bordos. A água foi sinfonada, dos canais de irrigação para as parcelas, com a ajuda de sifões com 3,8 cm de diâmetro e 140 cm de comprimento. A quantidade de água sinfonada foi determina



da de acordo com o desnível da água existente entre o canal e as parcelas, e do número de sifões utilizados.

#### 4 - TRATAMENTOS

UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAIBA  
 Pró-Reitoria Para Assuntos do Interior  
 Coordenação Setorial de Pós-Graduado  
 Rua Aprígio Veloso, 882 - Tel. (51) 321-7522 - N. 755  
 58.100 - Campina Grande - Paraíba

Com o objetivo de determinar o efeito da irrigação e da fertilização nitrogenada sobre o comportamento do trigo testaram-se quatro regimes de irrigação e quatro níveis de nitrogênio (na forma de sulfato de amônia), com quatro repetições. A área útil de cada sub-parcela foi de 15 m<sup>2</sup>.

Os tratamentos foram os seguintes:

Irrigar quando a água disponível na faixa de 5 a 30 cm descer a:

- A - 45 por cento
- B - 30 por cento
- C - 15 por cento
- D - 0 por cento

Os sub-tratamentos foram os seguintes:

- a - 0 Kg/ha de N
- b - 40 Kg/ha de N
- c - 80 Kg/ha de N
- d - 120 Kg/ha de N

Para obter os tratamentos de irrigação A, B, C e D aplicaram-se 413, 333, 213 e 93 mm de água, respectivamente.

## 5 - DETERMINAÇÃO DO COMPORTAMENTO DO TRIGO

Para determinar-se o efeito dos diferentes conteúdos de água do solo e níveis de nitrogênio no comportamento do trigo, foram medidos os seguintes parâmetros:

- a) Rendimento de grão
- b) Rendimento de palha
- c) Relação palha/grão
- d) Altura da planta no dia da colheita (média de 5 plantas)
- e) Comprimento da espiga (média de 5 espigas)
- f) Número de grãos por espiga (média de 5 espigas)
- g) Porcentagem de proteína no grão

A colheita e a trilha foram feitas manualmente, colhendo-se, para as medições, uma área de 2 m<sup>2</sup> de cada sub-parcela. A palha foi cortada 2 a 3 cm acima do solo.

A determinação da porcentagem de proteína no grão foi feita determinando-se a porcentagem de nitrogênio total (método de Kjeldahl) e multiplicando-a por 5,7 (TREADWELL, 1947).

## 6 - ANÁLISE DOS RESULTADOS

Com a finalidade de determinar-se o efeito dos tratamentos, subtratamentos e suas interações foi instalado um experimento em blocos ao acaso com parcelas subdivididas.

O modelo matemático deste delineamento é dado pela seguinte expressão matemática (STEEL & TORRIE, 1960):

$$X_{ijk} = \mu + \rho_i + \alpha_j + \delta_{ij} + \beta_k + (\alpha\beta)_{jk} + \varepsilon_{ijk}$$

onde  $X_{ijk}$  representa a observação do k - ésimo sub-tratamento dentro do j-ésimo tratamento no i-ésimo bloco de um delineamento completamente ao acaso,  $\mu$  é a média geral do experimento,  $\rho_i$  é o efeito do i-ésimo bloco,  $\alpha_j$  é o efeito do j-ésimo tratamento,  $\delta_{ij}$  é o efeito do acaso sobre o j-ésimo tratamento no i-ésimo bloco,  $\beta_k$  é o efeito do k-ésimo sub-tratamento,  $(\alpha\beta)_{jk}$  é o efeito da interação do j-ésimo tratamento com o k-ésimo sub-tratamento e  $\varepsilon_{ijk}$  é o efeito do aca

so sobre o k-ésimo sub-tratamento dentro do j-ésimo tratamento no i-ésimo bloco.

UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARÁIBA  
Rua Passagem São Severino de Góes  
Coordenação Geral de Pós-Graduação  
Rua Aprígio Veloso, 862 - Im. 1007 - CEP 71223-200  
55.074 - Campus Uirapuru - Paraíba

## CAPÍTULO IV

### RESULTADOS E DISCUSSÃO

Com os dados obtidos dos trabalhos de campo foi feita, inicialmente, uma análise visando determinar os efeitos dos diferentes conteúdos de água do solo e doses de nitrogênio sobre cada um dos parâmetros da produção de trigo citados em materiais e métodos. Em seguida, processou-se a análise estatística destes dados, construindo-se tabelas de variância, que podem ser encontradas no Apêndice, e testes de Tukey.

#### 1 - RENDIMENTO DE GRÃO

A análise da Figura 2 permite observar que o rendimento de grão aumentou com o aumento do conteúdo de água do solo. Com exceção do tratamento mais seco D (irri-

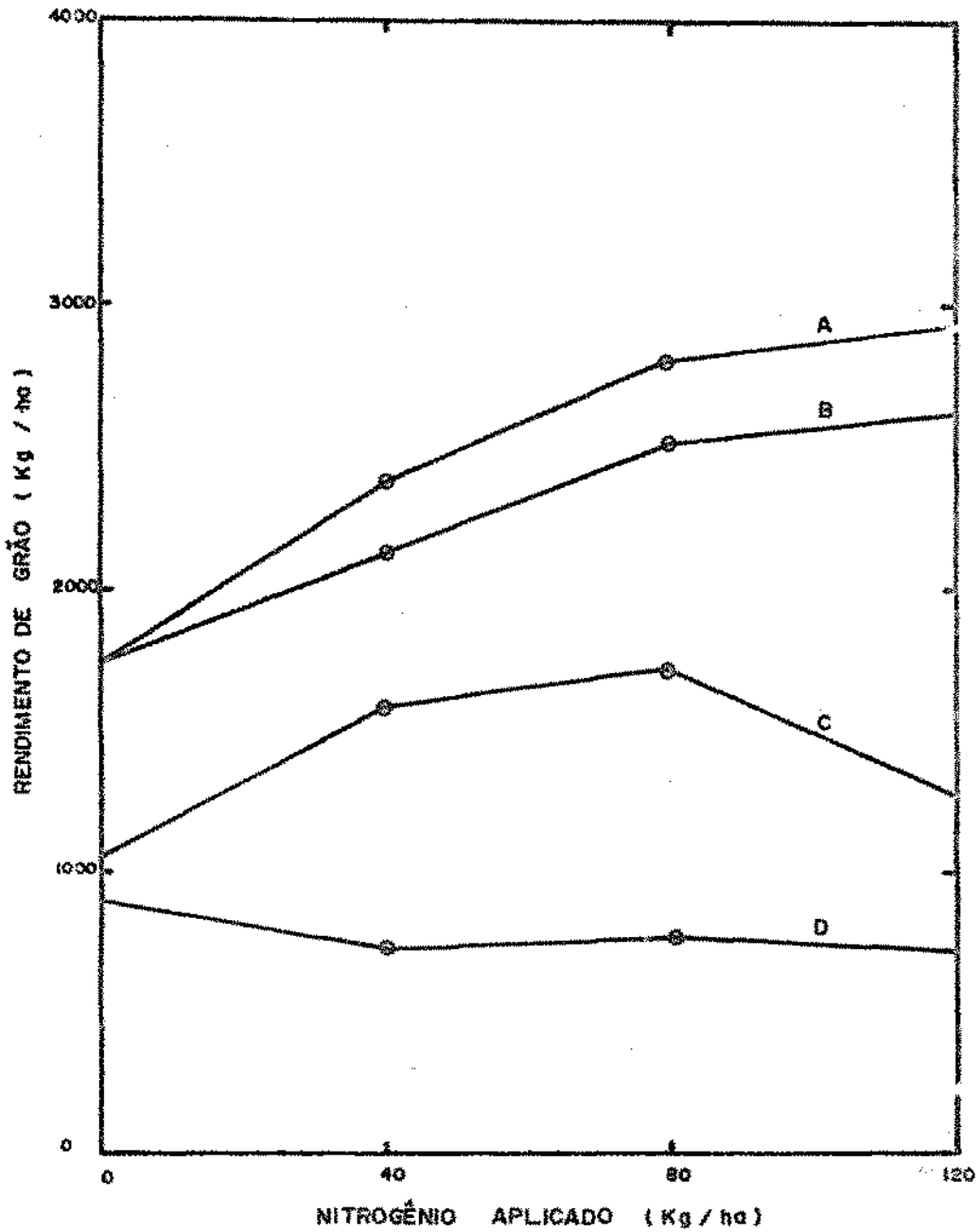


FIGURA 2. RELAÇÃO ENTRE RENDIMENTO DE GRÃO E NÍVEIS DE NITROGÊNIO PARA OS QUATROS TRATAMENTOS DE ÁGUA (IRRIGAR QUANDO A ÁGUA DISPONÍVEL DO SOLO DESCE: A-45, B-30, C-15 e D-0%).

gar quando se esgotar toda a água disponível), em geral, o rendimento de grão também aumentou com o incremento do nitrogênio aplicado. No tratamento D praticamente não houve influência das doses de nitrogênio. No tratamento C (irrigação quando o conteúdo de água do solo descer a 15%) houve um decréscimo do rendimento para a mais alta dose de nitrogênio (120 Kg/ha). Isto ocorreu, provavelmente, porque o elevado teor de nitrogênio estimulou excessivamente o crescimento da planta de trigo e com ele a maior absorção de água e, não tendo água suficiente (o tratamento C é um dos mais secos), produziu-se um desequilíbrio fisiológico na planta, causando o decréscimo do rendimento de grãos.

Feita a análise de variância dos dados obtidos (Tabela I do Apêndice) encontrou-se que o coeficiente de variação (CV) para o resíduo "a" foi igual a 13,44% e para o resíduo "b" foi igual a 14,69%. Segundo GOMES (1973), estes coeficientes de variação podem ser considerados médios. Como o coeficiente de variação, definido com o desvio padrão da amostra expresso como uma porcentagem da média da amostra, é uma quantidade usada pelos pesquisadores para avaliar a precisão dos resultados obtidos e, como quanto menor ele for maior a precisão do experimento, pode-se dizer que a precisão deste experimento, com relação ao rendimento de grãos, foi aceitável.

Ao aplicar-se o teste F aos tratamentos (irrigação), sub-tratamentos (nitrogênio), interação irrigação

x nitrogênio e blocos, verificou-se que os efeitos dos três primeiros foram significativos ao nível de 1% e o efeito de blocos foi significativo ao nível de 5%. Isto significa que existe uma probabilidade de uma vez em cem de que as diferenças entre tratamentos, entre sub-tratamentos e entre interações tenham ocorrido por acaso e de cinco vezes em cem de que as diferenças entre blocos tenham ocorrido por acaso.

Com as médias dos rendimentos de grãos dos quatros blocos contruiu-se a seguinte tabela:

TABELA 3  
RENDIMENTO DE GRÃO EM Kg/ha  
(média de 4 blocos)

IRRIGAÇÃO \ NITROGÊNIO	a	b	c	d	MÉDIAS
	A	1737,5	2362,5	2800,0	2912,5
B	1737,5	2125,0	2500,0	2575,0	2234,38a
C	1050,0	1587,5	1712,5	1262,5	1403,13b
D	887,5	725,0	775,0	712,5	775,00c
MÉDIAS	1353,13c	1700,0b	1946,88a	1865,63ab	



Aplicando o teste de Tukey descrito por GOMES (1973), aos dados da Tabela 3 (médias seguidas da mesma letra não são significativamente diferentes ao nível de 5%), observou-se, com respeito aos diferentes conteúdos de água do solo, que os tratamentos A e B (irrigação quando o conteúdo de água do solo descer a 45 e 30%, respectivamente) não diferiram significativamente um do outro e produziram rendimentos de grão significativamente maiores do que os dos demais tratamentos. O rendimento de grão do tratamento C foi significativamente superior ao do tratamento D. Com relação aos níveis de nitrogênio, os tratamentos c e d (80 e 120 Kg/ha de nitrogênio, respectivamente) não diferiram significativamente um do outro. O tratamento c produziu rendimentos de grão significativamente maiores do que os tratamentos a e b (0 e 40 Kg/ha de nitrogênio, respectivamente). O tratamento d também produziu rendimentos de grão significativamente superiores aos do tratamento a, mas não diferiu significativamente do tratamento b. O rendimento de grão do tratamento b foi significativamente maior do que o do tratamento a. Conclui-se que os tratamentos de maior conteúdo de água (A e B) associados aos níveis mais altos de nitrogênio (c e d) produziram os maiores rendimentos de grão. Do ponto de vista econômico, pode-se dizer que a melhor combinação é a do tratamento B com o sub-tratamento c, pois é uma das combinações que produz os mais elevados rendimentos de grão, utilizando menos água e nitrogênio do que as demais possíveis combinações.

O aumento dos rendimentos de grão com o incremento do nitrogênio observado neste experimento, concorda com os resultados obtidos por WAHHAB & HUSSAIN (1951) , WOODWARD (1966), TERMAN et alii (1969), BROWN (1971), NOVOA & GUIZADO (1973) e RAMOS (1973). Neste experimento, para os tratamentos de maior conteúdo de água do solo (A e B), as taxas de 80 e 120 Kg/ha de nitrogênio, em comparação com a taxa de 40 Kg/ha de nitrogênio, aumentaram os rendimentos de grão em cerca de 18 e 22%, respectivamente. Isto mesmo foi observado por BISHOP & MacEACHERN (1971) em que taxas de 90 e 135 Kg/ha de nitrogênio, em comparação com a taxa de 45 Kg/ha de nitrogênio, aumentaram os rendimentos de grão em 15,1 e 18,9%, respectivamente. Os resultados encontrados tam**u** bêm concordam com SÃ (1966), que obteve os maiores rendimen**u** tos de grão com 45 e 33% de água disponível, aumentando estes rendimentos com os incrementos de nitrogênio aplicado . Resultados obtidos por POOSTCHI et alii (1972), no Irã, con**u** cordam com os dados obtidos no que diz respeito ao aumento no rendimento de grão, em todos os níveis de fertilidade, pe**u** lo incremento da irrigação. Por outro lado, a redução do ren**u** dimento de grão pela fertilização nitrogenada observada pe**u** lo mesmo POOSTCHI et alii (1972) em comparação com o aumen**u** to obtido neste experimento, deve-se, provavelmente, ao fa**u** to de que no seu experimento eles utilizaram doses muito elevadas de nitrogênio (50, 100, 200 e 400 Kg/ha), que de**u** vem ter estimulado mais o crescimento vegetativo do que o

rendimento de grãos, causando problemas de acamamento.

## 2 - RENDIMENTO DE PALHA

A análise da Figura 3 permite observar que, do mesmo modo que o rendimento de grãos, o rendimento de palha aumentou com o aumento do conteúdo de água do solo. Com exceção do tratamento mais seco (D), em geral, o rendimento de palha também aumentou com o incremento do nitrogênio aplicado. No tratamento D praticamente não houve influência das doses de nitrogênio. No tratamento C houve um decréscimo do rendimento da palha para a mais alta dose de nitrogênio (120 Kg/ha) devido, provavelmente, a um desequilíbrio fisiológico da planta, conforme explicado no item anterior.

Feita a análise de variância dos dados obtidos (Tabela 2 do Apêndice) encontrou-se que o coeficiente de variação para o resíduo "a" foi igual a 21,91% e para o resíduo "b" foi igual a 17,01%. Segundo GOMES (1973), estes coeficientes de variação são considerados alto e médio, respectivamente. Pela definição do coeficiente de variação, pode-se dizer que a precisão deste experimento, com relação ao rendimento de palha, variou de baixa a média.

Ao aplicar-se o teste F aos tratamentos (irrigação), sub-tratamentos (nitrogênio), interação irrigação

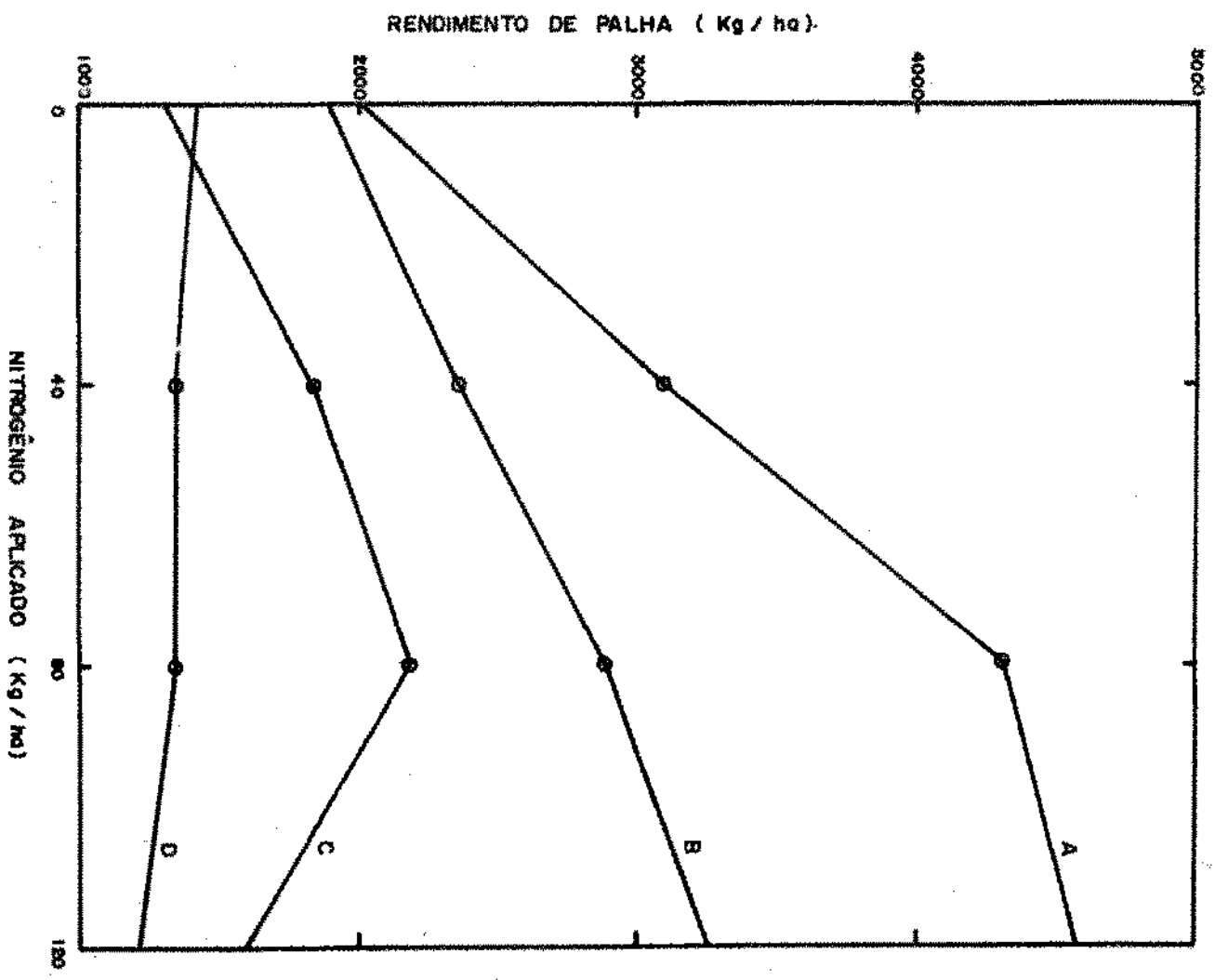


FIGURA 3. RELAÇÃO ENTRE RENDIMENTO DE PALHA E NÍVEIS DE NITROGÊNIO (MÉDIA DE QUATRO BLOCOS) PARA OS QUATRO TRATAMENTOS DE ÁGUA (INICIAR QUANDO A ÁGUA DISPONÍVEL DO SOLO DEIXAR A: A-45, B-30, C-15 e D-0%).

x nitrogênio e blocos, verificou-se que os efeitos dos três primeiros foram significativos ao nível de 1% e o efeito de blocos não foi significativo. Isto significa que existe uma probabilidade de uma vez em cem de que as diferenças entre tratamentos, entre sub-tratamentos e entre interações tenham ocorrido por acaso.

Com as médias dos rendimentos de palha dos quatros blocos construiu-se a seguinte tabela:

TABELA 4

RENDIMENTO DE PALHA EM Kg/ha  
 (média de 4 blocos)

NITROGÊNIO IRRIGAÇÃO	NITROGÊNIO				MÉDIAS
	a	b	c	d	
A	1987,5	3087,5	4312,5	4575,0	3490,63a
B	1887,5	2362,5	2887,5	3237,5	2593,75b
C	1300,0	1837,5	2187,5	1600,0	1731,25c
D	1425,0	1350,0	1350,0	1212,5	1334,38c
MÉDIAS	1650,00c	2159,38b	2684,38a	2656,25a	

Aplicando o teste de Tukey descrito por GOMES (1973), aos dados da Tabela 4 (médias seguidas da mesma letra não significativamente diferentes ao nível de 5%), observou-se, com respeito aos diferentes conteúdos de água do solo, que o tratamento A foi significativamente superior aos demais tratamentos, produzindo os maiores rendimentos de palha. O rendimento de palha do tratamento B foi significativamente superior aos de tratamentos C e D, e, por sua vez, estes dois últimos tratamentos não diferiram significativamente entre si. Com relação aos níveis de nitrogênio, os tratamentos c e d não diferiram significativamente um do outro e produziram rendimentos de palha significativamente maiores do que os demais tratamentos. O rendimento de palha do tratamento b foi significativamente superior ao do tratamento a. Conclui-se que o tratamento de maior conteúdo de água (A) associado aos níveis mais altos de nitrogênio (c e d) produziu os maiores rendimentos de palha. Do ponto de vista econômico, se o trigo estivesse sendo cultivado para forragem, a melhor combinação seria a do tratamento A com o subtratamento c, por produzir o mais elevado rendimento de palha com menos nitrogênio do que a outra possível combinação (Ad). Mas considerando-se que geralmente o maior interesse está no rendimento de grãos, a melhor combinação seria a descrita no item anterior, (Bc).

A verificada influência do nitrogênio sobre o rendimento da palha concorda com os resultados obser-

vados por BISHOP & MacEACHERN (1971), NOVOA & GUIZADO (1973) e RAMOS (1973). Sempre houve um aumento no rendimento da palha quando a quantidade de nitrogênio aplicado foi incrementada. Neste experimento, para o tratamento B, as taxas de 80 e 120 Kg/ha de nitrogênio, em comparação com a taxa de 40 Kg/ha, aumentaram os rendimentos de palha em cerca de 22 e 37%, respectivamente. O mesmo foi observado por BISHOP & MacEACHERN (1971) em que taxas de 90 e 135 Kg/ha de nitrogênio, em comparação com a taxa de 45 Kg/ha, aumentaram os rendimentos de palha em 19,2 e 29,6%, respectivamente. Os resultados encontrados também concordam com SÃ (1966), que obteve os maiores rendimentos de palha com 45 e 33% de água disponível, aumentando estes rendimentos com os incrementos de nitrogênio aplicado.

### 3 - RELAÇÃO PALHA/GRÃO

A análise da Figura 4 permite observar que, com exceção do tratamento A, a relação palha/grão, para todos os tratamentos de água, aumentou a medida que diminuiu o conteúdo de água do solo. Este aumento deve-se, provavelmente, ao fato de que a medida que diminuiu o conteúdo de água do solo os grãos ficaram menores, mais chochos, pesando menos e, embora o rendimento da palha também tenha sido

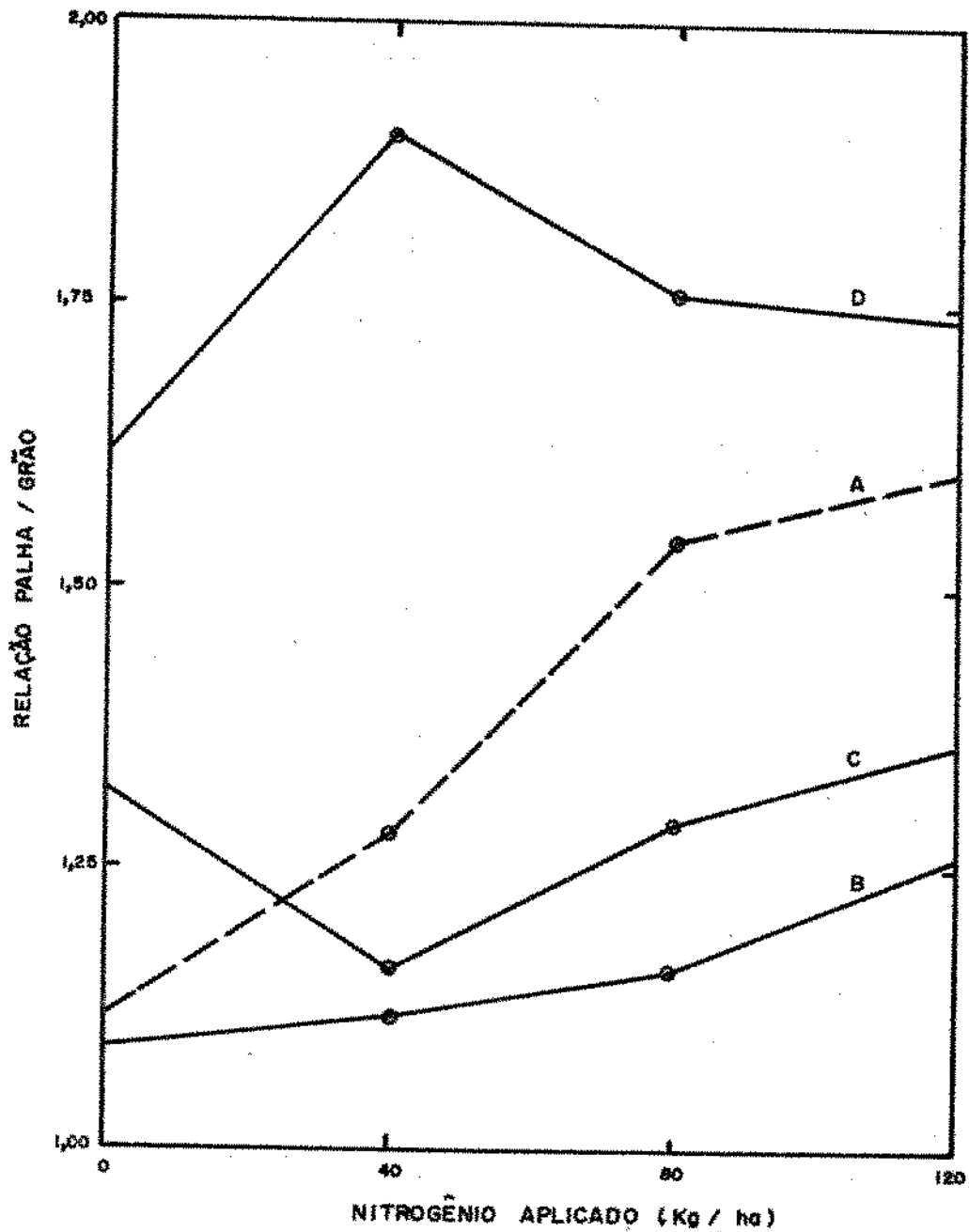


FIGURA 4.

RELAÇÃO ENTRE RELAÇÃO PALHA / GRÃO E NÍVEIS DE NITROGÊNIO (MÉDIA DE QUATRO BLOCOS) PARA OS QUATRO TRATAMENTOS DE ÁGUA (IRRIGAR QUANDO A ÁGUA DISPONÍVEL DO SOLO DESCE A: A-45, B-30, C-15 e D-0 %).



reduzido, esta redução foi menor, resultando numa maior relação palha/grão. Similarmente, a exceção verificada no tratamento A foi devido a que, embora o rendimento de grãos tenha sido alto devido ao bom conteúdo de água do solo, o rendimento da palha também foi excepcionalmente alto, resultando assim numa alta relação palha/grão. Nos tratamentos A e B houve um aumento na relação palha/grão com o incremento do nitrogênio aplicado. No tratamento C houve um decréscimo da relação palha/grão para a taxa de 40 Kg/ha de nitrogênio, mas logo após isto esta relação aumentou com os demais incrementos do nitrogênio aplicado. Ao contrário do tratamento C, no tratamento D houve um aumento da relação palha/grão para a taxa de 40 Kg/ha de nitrogênio, mas logo após isto esta relação decresceu com o incremento do nitrogênio aplicado.

Feita a análise de variância dos dados obtidos (Tabela 3 do Apêndice) encontrou-se que o coeficiente de variação para o resíduo "a" foi igual a 20,31% e para o resíduo "b" foi igual a 17,58%. Segundo GOMES (1973), estes coeficientes de variação são considerados alto e médio, respectivamente. Pela definição do coeficiente de variação, pode-se dizer que a precisão deste experimento, com respeito a relação palha/grão, variou de baixa a média.

Ao aplicar-se o teste F aos tratamentos (irrigação), sub-tratamentos (nitrogênio), interação irrigação x nitrogênio e blocos, verificou-se que os efeitos da irri-

gação foram significantes ao nível de 1% e os efeitos dos três últimos não foram significantes. Isto significa que existe uma probabilidade de uma vez em cem de que as diferenças entre tratamentos tenham ocorrido por acaso.

Com as médias das relações palha/grão dos quatro blocos contruiu-se a seguinte tabela:

TABELA 5  
 RELAÇÃO PALHA/GRÃO  
 (média de 4 blocos)

NITROGÊNIO IRRIGAÇÃO	a	b	c	d	MÉDIAS
A	1,12	1,28	1,54	1,60	1,38 b
B	1,09	1,12	1,16	1,26	1,16 b
C	1,32	1,16	1,29	1,36	1,28 b
D	1,62	1,90	1,76	1,74	1,75 a
MÉDIAS	1,29 a	1,36 a	1,44 a	1,49 a	

Aplicando o teste de Tukey descrito por GOMES (1973), aos dados da Tabela 5, (médias seguidas da mesma letra não são significativamente diferentes ao nível de 5%), observou-se que, com respeito aos diferentes conteúdos de água do solo, as mais altas relações palha/grão foram obtidas com o tratamento mais seco (D) que diferiu significativamente dos demais tratamentos, estes por sua vez não diferiram significativamente uns dos outros. Os níveis de nitrogênio não tiveram influência significativa na relação palha/grão. Isto significa que as diferenças existentes entre os rendimentos de palha e grão para os diferentes níveis de nitrogênio foram similares, não influenciando na relação palha/grão.

#### 4 - ALTURA DA PLANTA

A análise da Figura 5 permite observar que a altura da planta aumentou com o aumento do conteúdo de água do solo. Com exceção do tratamento mais seco (D), em geral, a altura da planta também aumentou com o incremento do nitrogênio aplicado. No tratamento D praticamente não houve influência das doses de nitrogênio. No tratamento C houve um decréscimo na altura da planta para a mais alta dose de nitrogênio (120 Kg/ha). Novamente isto poderia ser explicado devido a um possível desequilíbrio fisiológico da plan

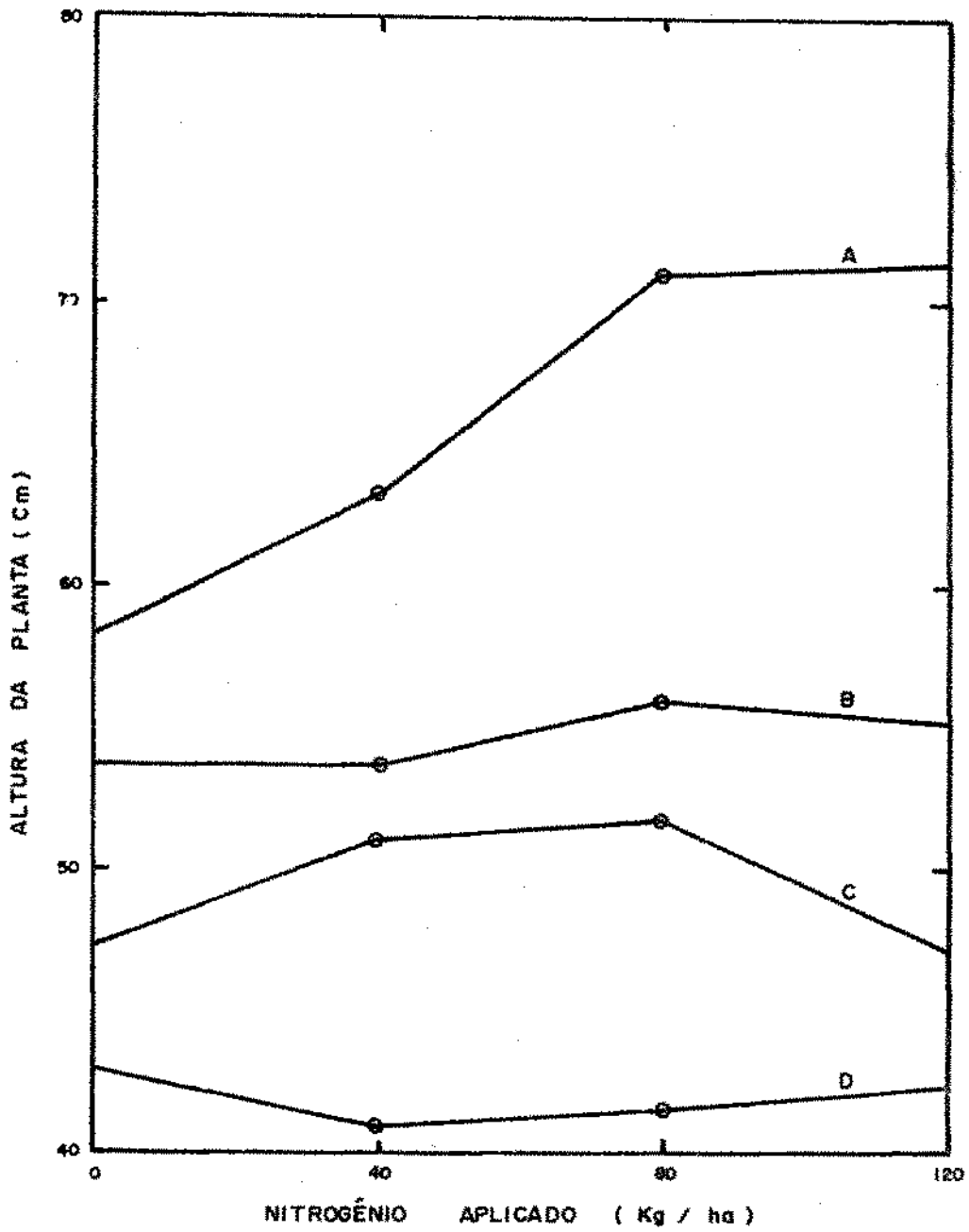


FIGURA 5. RELAÇÃO ENTRE ALTURA DA PLANTA E NÍVEIS DE NITROGÊNIO (MÉDIA DE QUATRO BLOCOS) PARA OS QUATRO TRATAMENTOS DE ÁGUA (IRRIGAR QUANDO A ÁGUA DISPONÍVEL DO SOLO DESCE: A-45, B-30, C-15 e D-0 %).

ta, conforme explanado no item 1, o qual poderia provocar tal decréscimo na altura da planta.

Feita a análise de variância dos dados obtidos (Tabela 4 do Apêndice) encontrou-se que o coeficiente de variação para o resíduo "a" foi igual a 12,77% e para o resíduo "b" foi igual a 6,5%. Segundo GOMES (1973), estes coeficientes de variação são considerados médio e baixo, respectivamente. Pela definição do coeficiente de variação, pode-se dizer que a precisão deste experimento, com relação a altura da planta, variou de média a alta.

Ao aplicar-se o teste F aos tratamentos (irrigação), sub-tratamentos (nitrogênio), interação irrigação x nitrogênio e blocos, verificou-se que os efeitos dos três primeiros foram significativos ao nível de 1% e o efeito de blocos não foi significativo. Isto significa que há uma probabilidade de uma vez em cem de que as diferenças entre tratamentos, entre sub-tratamentos e entre interações tenham ocorrido por acaso.

Com as médias das alturas das plantas dos quatros blocos contruiu-se a seguinte tabela:

TABELA 6  
 ALTURA DA PLANTA EM CM  
 (média de 4 blocos)

IRRIGAÇÃO \ NITROGÊNIO	a	b	c	d	MÉDIAS
	A	58,25	63,25	71,05	71,30
B	53,70	53,70	56,05	55,20	54,66 b
C	47,30	51,10	51,80	47,15	49,34bc
D	42,85	41,00	41,55	42,30	41,93 c
MÉDIAS	50,53b	52,26ab	55,11a	53,99a	

Aplicando o teste de Tukey descrito por GOMES (1973), aos dados da Tabela 6 (médias seguidas da mesma letra não são significativamente diferentes ao nível de 5%), observou-se, com respeito aos diferentes conteúdos de água do solo, que as maiores alturas de plantas foram obtidas com o tratamento A que foi significativamente superior aos demais tratamentos. Não houve diferença significativa entre

os tratamentos B e C e entre os tratamentos C e D. Com exceção do nível b que não diferiu significativamente do nível a, a altura das plantas adubadas com nitrogênio foi significativamente maior do que a das não adubadas (nível a - 0 Kg/ha de nitrogênio). Não houve diferença significativa entre os níveis b, c e d. A análise dos resultados pareceu indicar que a altura da planta foi regulada principalmente pelo conteúdo de água do solo e, embora houvesse diferença na altura das plantas adubadas em relação as não adubadas, os níveis de nitrogênio testados não diferiram em seus efeitos sobre ela. O fato das plantas não diferirem em altura com os níveis b, c e d, pode ser devido a que a dose ótima de nitrogênio esteja entre os níveis citados e não foi determinada neste estudo.

O aumento verificado da altura da planta, em todos os níveis de irrigação, pela adição de nitrogênio, esta de acordo com o observado por WOODWARD (1966).

## 5 - COMPRIMENTO DA ESPIGA

A análise da Figura 6 permite observar que o comprimento da espiga aumentou com o aumento do conteúdo de água do solo e que, com exceção do tratamento mais seco (D), em geral, o comprimento da espiga também aumentou com

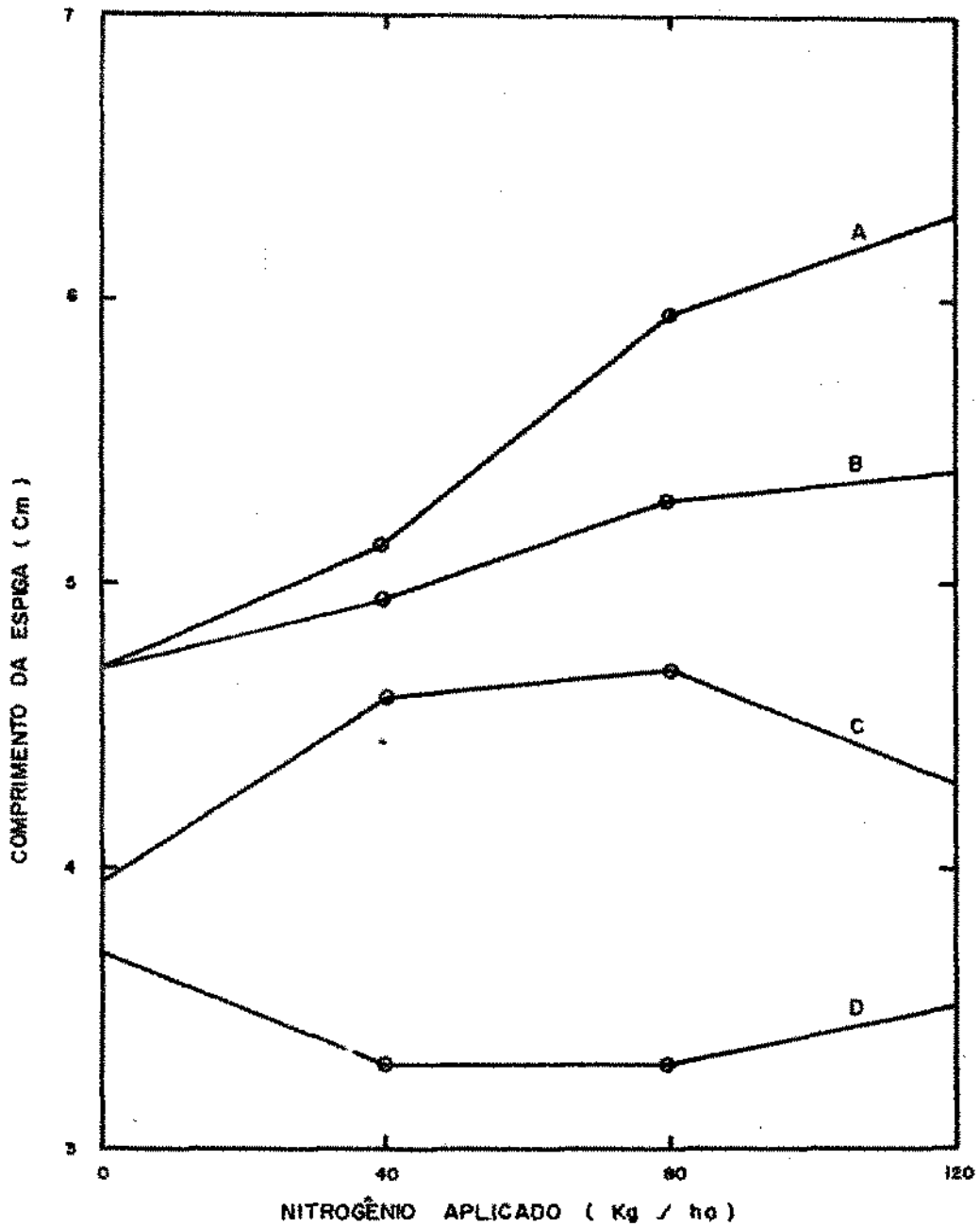


FIGURA 8.

RELAÇÃO ENTRE COMPRIMENTO DA ESPIGA E NÍVEIS DE NITROGÊNIO (MÉDIA DE QUATRO BLOCOS) PARA OS QUATRO TRATAMENTOS DE ÁGUA (IRRIGAR QUANDO A ÁGUA DISPONÍVEL DO SOLO DESCE: A-45, B-30, C-15 e D-0 %).



o incremento do nitrogênio aplicado. No tratamento D praticamente não houve influência das doses de nitrogênio. No tratamento C houve um decréscimo no comprimento da espiga para a mais alta dose de nitrogênio (120 Kg/ha). Isto poderia ser explicado devido a um possível desequilíbrio fisiológico da planta, conforme explanado no item 1, o qual poderia provocar tal decréscimo no comprimento da espiga.

Feita a análise de variância dos dados obtidos (Tabela 5 do Apêndice) encontrou-se que o coeficiente de variação para o resíduo "a" foi igual a 12,64% e para o resíduo "b" foi igual a 12,26%. Segundo GOMES (1973), estes coeficientes de variação podem ser considerados médios. Pela definição do coeficiente de variação, pode-se dizer que a precisão deste experimento, com relação ao comprimento da espiga, foi aceitável.

Ao aplicar-se o teste F aos tratamentos (irrigação), sub-tratamentos (nitrogênio), interação irrigação x nitrogênio e blocos, verificou-se que os efeitos da irrigação foram significativos ao nível de 1%, os efeitos do nitrogênio foram significativos ao nível de 5% e os efeitos da interação e dos blocos não foram significativos. Isto significa que há uma probabilidade de uma vez em cem de que as diferenças entre tratamentos tenham ocorrido por acaso e de cinco vezes em cem de que as diferenças entre sub-tratamentos tenham ocorrido por acaso.

Com as médias dos comprimentos de espiga dos quatros blocos construiu-se a seguinte tabela:

TABELA 7  
 COMPRIMENTO DA ESPIGA EM CM  
 (média de 4 blocos)

NITROGENIO IRRIGAÇÃO	a	b	c	d	MÉDIAS
A	4,70	5,15	5,95	6,30	5,53 a
B	4,70	4,95	5,30	5,40	5,09 a
C	3,95	4,60	4,70	4,30	4,39 b
D	3,70	3,30	3,30	3,50	3,45 c
MÉDIAS	4,26 b	4,50ab	4,81 a	4,88 a	

Aplicando o teste de Tukey descrito por Gomes (1973), aos dados da Tabela 7, (médias seguidas da mesma letra não são significativamente diferentes ao nível de 5%), observou-se, com respeito aos diferentes conteúdos de água do solo, que os tratamentos A e B não diferiram signi-

ficativamente um do outro e os comprimentos de espiga obtidos com estes dois tratamentos foram significativamente maiores do que os obtidos com os demais tratamentos. O comprimento de espiga do tratamento C foi significativamente maior do que o do tratamento D. Com exceção do nível b que não diferiu significativamente do nível a, o comprimento de espiga das plantas adubadas com nitrogênio foi significativamente maior do que o das plantas não adubadas (nível a - 0 Kg/ha de nitrogênio). Não houve diferença significativa entre os níveis b, c e d. A análise dos resultados pareceu indicar que o comprimento da espiga foi regulado principalmente pelo conteúdo de água do solo e, embora houvesse diferença no comprimento da espiga das plantas adubadas em relação as não adubadas, os níveis de nitrogênio testados não diferiram em seus efeitos sobre ele. O fato das plantas não diferirem no comprimento da espiga com os níveis b, c e d, pode ser devido a que a dose ótima de nitrogênio esteja entre os níveis citados e não foi determinada neste estudo.

O aumento do comprimento da espiga pela aplicação de nitrogênio, verificado neste experimento, concorda com o observado por NOVOA & GUIZADO (1973).

## 6 - NÚMERO DE GRÃOS POR ESPIGA

A análise da Figura 7 permite observar que

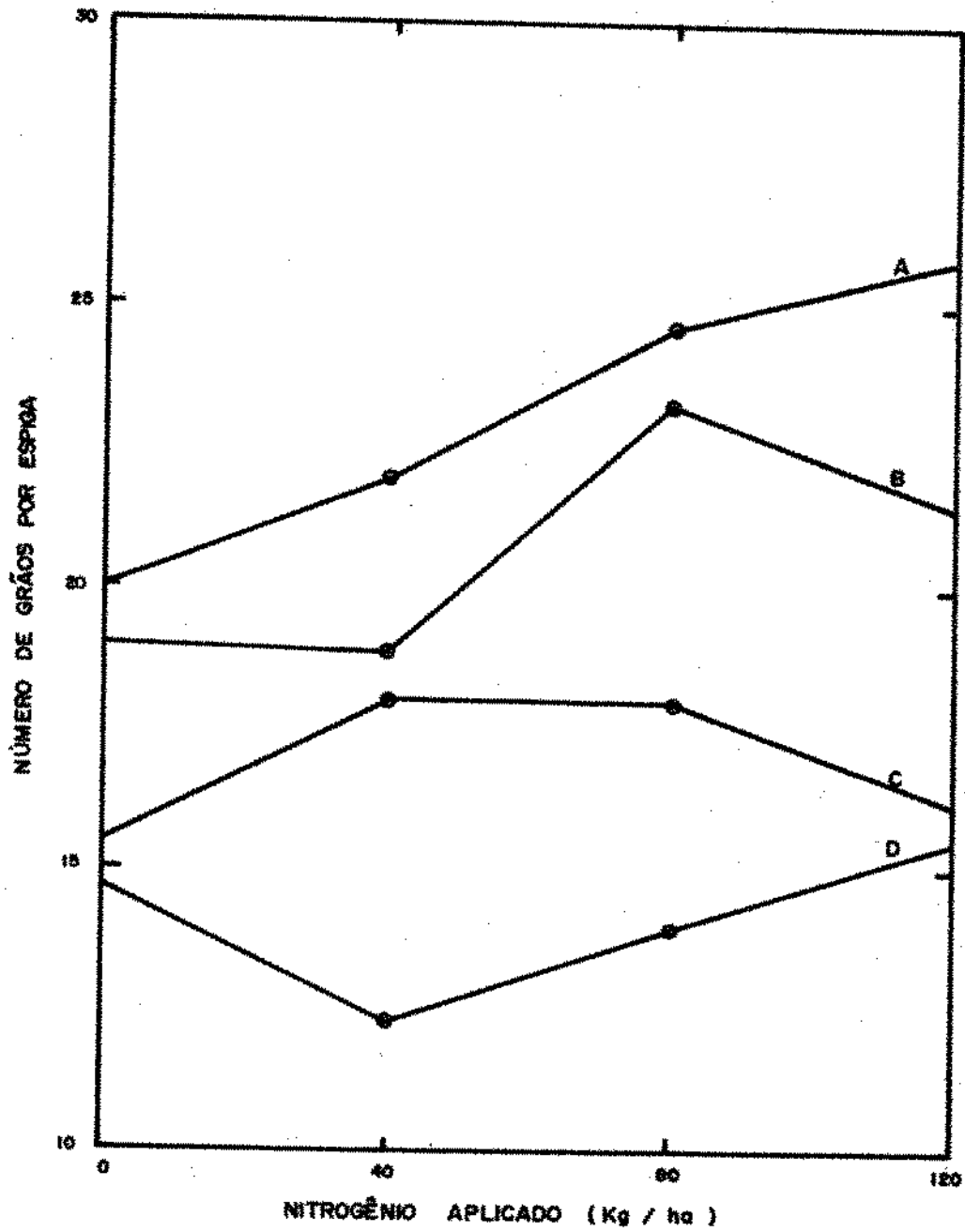


FIGURA 7.

RELAÇÃO ENTRE NÚMERO DE GRÃOS POR ESPIGA E NÍVEIS DE NITROGÊNIO (MÉDIA DE QUATRO BLOCOS) PARA OS QUATRO TRATAMENTOS DE ÁGUA (IRRIGAR QUANDO A ÁGUA DISPONÍVEL DO SOLO DESCE A: A-45, B-30, C-15 e D-0 %)

o número de grãos por espiga aumentou com o aumento do conteúdo de água do solo e em geral, com o incremento do nitrogênio aplicado. Nos tratamentos B e C houve um decréscimo do número de grãos por espiga para a mais alta dose de nitrogênio (120 Kg/ha), provavelmente devido a que uma dose muito elevada de nitrogênio fez com que a planta absorvesse mais água, sendo assim submetida a uma deficiência de água. No tratamento D houve um decréscimo do número de grãos por espiga para a dose de 40 Kg/ha de nitrogênio, mas após isto ele aumentou com o incremento do nitrogênio aplicado. Uma provável explicação do que ocorreu seria que como a adubação nitrogenada incrementa a retirada de água do solo pelas plantas, com uma disponibilidade muito baixa de água (como é neste caso o tratamento D), seria preferível não adubar, pois caso contrário haverá uma redução do rendimento da planta, inclusive do número de grãos por espiga. Mas se for feita a adubação, doses elevadas de nitrogênio poderiam compensar, em parte, as deficiências provocadas pela falta de água (Ver Figura 7).

Feita a análise de variância dos dados obtidos (Tabela 6 do Apêndice) encontrou-se que o coeficiente de variação para o resíduo "a" foi igual a 17,40% e para o resíduo "b" foi igual a 13,26%. Segundo GOMES (1973), estes coeficientes de variação podem ser considerados médios. Pela definição do coeficiente de variação, pode-se dizer que a precisão deste experimento, com relação ao número de grãos por espiga, foi aceitável.

Ao aplicar-se o teste F aos tratamentos (irrigação), sub-tratamentos (nitrogênio), interação irrigação x nitrogênio e blocos, verificou-se que os efeitos dos dois primeiros foram significativos ao nível de 1% e que os efeitos dos dois últimos não foram significativos. Isto significa que há uma probabilidade de uma vez em cem de que as diferenças tenham ocorrido por acaso.

Com as médias dos números de grão por espiga dos quatro blocos construiu-se a seguinte tabela:

TABELA 8  
NÚMERO DE GRÃOS POR ESPIGA  
(média de 4 blocos)

IRRIGAÇÃO \ NITROGÊNIO	a	b	c	d	MÉDIAS
	A	20,00	21,95	24,65	25,80
B	18,95	18,90	23,25	21,45	20,64 a
C	15,50	18,05	18,00	16,20	16,94 b
D	14,70	12,30	13,95	15,50	14,11 b
MÉDIAS	17,29 b	17,80ab	19,96 a	19,74 a	

Aplicando o teste de Tukey descrito por GOMES (1973), aos dados da tabela 8, (médias seguidas da mesma letra não são significativamente diferentes ao nível de 5%), observou-se, com respeito aos diferentes conteúdos de água do solo, que os tratamentos A e B não diferiram significativamente um do outro e o número de grãos por espiga obtido com estes tratamentos foi significativamente maior do que o obtido com os demais tratamentos. Os tratamentos C e D não diferiram significativamente um do outro. Com exceção do nível b (40 Kg/ha de nitrogênio) que não diferiu significativamente do nível a, o número de grãos por espiga das plantas adubadas com nitrogênio foi significativamente maior do que o das plantas não adubadas (nível a - 0 Kg/ha de nitrogênio). Não houve diferença significativa entre os níveis b, c e d. A análise dos resultados pareceu indicar que o número de grãos por espiga foi regulado principalmente pelo conteúdo de água do solo e, embora houvesse diferença no número de grãos por espiga das plantas adubadas em relação às não adubadas, os níveis de nitrogênio testados não diferiram em seus efeitos sobre ele. O fato das plantas não diferirem no número de grãos por espiga com os níveis b, c e d, pode ser devido a que a dose ótima de nitrogênio esteja entre os níveis citados e não foi determinada neste estudo.

O aumento do número de grãos por espiga pela aplicação de nitrogênio, verificado neste experimento, concorda com o observado por NOVOA & GUIZADO (1973).

## 7 - PORCENTAGEM DE PROTEINA NO GRÃO

A análise da Figura 8 permite observar que houve uma alta interação entre conteúdo de água do solo e níveis de nitrogênio. Com exceção do tratamento mais seco (D), em geral, houve um aumento na porcentagem de proteína no grão com o incremento do nitrogênio aplicado. No tratamento D praticamente não houve efeito das doses de nitrogênio. No tratamento B houve um decréscimo da porcentagem de proteína no grão para a mais alta dose de nitrogênio (120 Kg/ha). No tratamento C houve um decréscimo da porcentagem de proteína no grão para a dose de 80 Kg/ha de nitrogênio, mas logo após ela aumentou com a dose de 120 Kg/ha.

Não foi feita a análise de variância para este parâmetro devido a falta de dados. A porcentagem de proteína no grão foi determinada somente para um bloco. Com os dados deste bloco construiu-se a seguinte tabela:



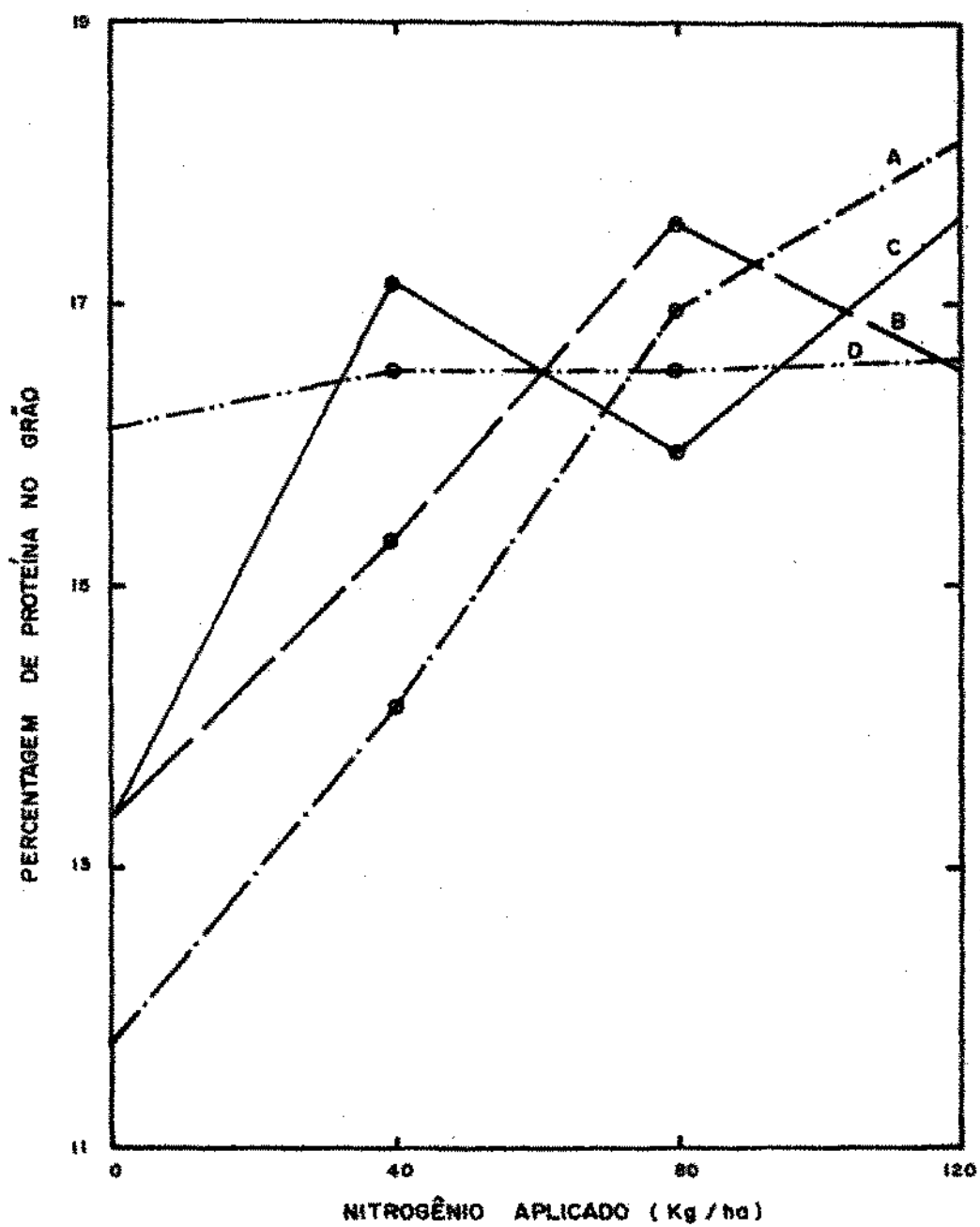


FIGURA 8. RELAÇÃO ENTRE PERCENTAGEM DE PROTEÍNAS NO GRÃO E NÍVEIS DE NITROGÊNIO PARA OS QUATRO TRATAMENTOS DE ÁGUA (IRRIGAR QUANDO A ÁGUA DISPONÍVEL DO SOLO DEZ CEM A: A-45, B-30, C-15 e D-0 %).

TABELA 9

## PORCENTAGEM DE PROTEINA NO GRÃO

NITROGÊNIO IRRIGAÇÃO	a	b	c	d	MÉDIAS
A	11,74	14,14	16,93	18,13	15,24
B	13,34	15,33	17,56	16,53	15,69
C	13,34	17,16	15,96	17,56	16,01
D	16,13	16,53	16,53	16,59	16,45
MÉDIAS	13,64	15,79	16,75	17,20	

Apesar de não poder-se aplicar um teste de significância, observando-se as médias da Tabela 9 verifica-se que, aparentemente, a porcentagem de proteína no grão aumentou com o decréscimo do conteúdo de água do solo e com o incremento do nitrogênio aplicado. Provavelmente isto ocorreu porque a água provoca uma diluição do nitrogênio dos

grãos. Com o aumento do nitrogênio aplicado, apesar de ha ver a diluição, a mais nitrogênio para ser diluído umentan do assim o teor de nitrogênio no grão.

O aumento da porcentagem de proteína no grão pela adição de nitrogênio, verificado neste experimento, concorda com o observado por WOODWARD (1966), NOVOA et alii (1967), BISHOP & MacEACHERN (1971), LAOPIROJANA et alii (1972), NOVOA & GUIZADO (1973) e HUNTER & STANFORD (1973) . Por outro lado, a redução da porcentagem de proteína no grão pelo incremento do conteúdo de água do solo, também verifica do neste experimento, concorda com o observado por PRIMAVE-SI (s.d.), TERMAN et alii (1969) e SMIKA & GREB (1973).

## CAPÍTULO V

### CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

Baseando-se nos resultados obtidos no presente estudo é possível extrair as seguintes conclusões e recomendações:

- 1 - Os rendimentos de grão e de palha aumentaram com o incremento do conteúdo de água do solo e, em geral, com o incremento dos níveis de nitrogênio.
- 2 - A maior relação palha/grão foi obtida com o tratamento mais seco (irrigação quando se esgotar a água disponível), o qual diferiu significativamente dos demais tratamentos. O nitrogênio não teve influência significativa na relação palha/grão. Assim, os efeitos do nitrogênio sobre os rendimentos de grão e palha foram similares qualitativa e quantitativamente.
- 3 - A altura das plantas, o comprimento das espigas e o nú-

mero de grãos por espiga do trigo aumentaram com o incremento do conteúdo de água do solo. Tais parâmetros nas plantas adubadas foram significativamente maiores do que nas não adubadas, não existindo diferença significativa entre os tratamentos adubados.

- 4 - A porcentagem de proteína no grão aumentou a medida que diminuiu o conteúdo de água do solo e aumentou com o incremento dos níveis de nitrogênio.
- 5 - De todos os níveis de nitrogênio estudados, o que produziu melhores rendimentos de grão e um adequado teor de proteína foi o de 80 Kg/ha.
- 6 - Considerando-se que os componentes da produção de trigo (rendimentos de grão e palha, altura da planta, comprimento da espiga e número de grãos por espiga) umentaram com o incremento do conteúdo de água do solo e que o contrário ocorreu com o teor de proteína (de grande importância para a indústria panificadora), para obter-se mais altos rendimentos de grãos com elevados teores de proteína, deverá ser feito um adequado manejo do conteúdo de água do solo.
- 7 - Baseado nos resultados obtidos poderia se recomendar que, para obter os maiores rendimentos de grão na região do Médio São Francisco, especialmente na Zona de Juazeiro-Petrolina, o trigo deveria ser irrigado quando a água

disponível do solo descer a 30% e deveria ser adubado com uma dose de 80 Kg/ha de nitrogênio.

- 8 - Recomenda-se um estudo similar em que se testem níveis mais altos de água e de nitrogênio, uma vez que para os mais altos níveis testados neste experimento, em geral, não houve uma redução dos rendimentos.

## B I B L I O G R A F I A

- 01 - ANDRE, J. St. et alii. Effects of nitrogen and phosphorus rates on yields of INIA 66 wheat. California Agriculture, Berkeley, 27 (1): 10-1, Jan. 1973.
- 02 - AYKROYD, W.R. & DOUGHTY, Joyce. El trigo en la alimentacion humana. Roma, Organizacion de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentacion, 1970.
- 03 - BAUER, A. et alii. Effects of moisture and fertilizer on yields of spring wheat and barley. Agronomy Journal, Madison, 57:351, 1965.
- 04 - BAUER, Armand. Effect of water supply and seasonal distribution on spring wheat yields. Fargo, North Dakota State University, 1972.
- 05 - BISHOP, R.F. & MacEACHERN, C.R. Response of spring wheat and barley to nitrogen, phosphorus and potassium. Canadian Journal of Soil Science, Ottawa, 51 (1):1-11, Feb. 1971.

- 06 - BOND, J.J. Effect of rate of fertilizer nitrogen on water use by spring wheat at various growth stages. Annual Report USDA ARS, Mandan, 1968.
- 07 - BOND, J.J. et alii. Soil water extraction by N-fertilized spring wheat. Agronomy Journal, Madison, 63 (2) :280-3, Mar./Apr. 1971.
- 08 - BROWN, Paul L. Water use and soil water depletion by dryland winter wheat as affected by nitrogen fertilization. Agronomy Journal, Madison, 63(1): 43-6, Jan./Feb. 1971.
- 09 - CLAPP, Jr., J.G. Rate and time of nitrogen application on Blueboy wheat (Triticum aestivum L.) Agronomy Journal, Madison, 65(1):5-7, Jan./Feb. 1973.
- 10 - DAKER, Alberto. Irrigação e drenagem. In: —. Água na agricultura. Rio de Janeiro, Freitas Bastos, 1973, v.3.
- 11 - DAY, Paul R. Particle fractionation and particle-size analysis. In: BLACK, C.A., ed. Methods of soil analysis. Madison, American Society of Agronomy, 1965, p.545-67.
- 12 - DAY, A.D. & INTALAP, Suhawatr. Some effects of soil moisture stress on the growth of wheat (Triticum aestivum L. em Thell). Agronomy Journal, Madison, 62 (1):27-9, Jan./Feb. 1970.
- 13 - DE JONG, E. & RENNIE, D.A. Effect of soil profile ty-



- pe and fertilizer on moisture use by wheat grown on fallow or stubble land. Canadian Journal of Soil Science, Ottawa, 49(2):189-97, June 1969.
- 14 - FAO/PNUD. Estudios de Irrigación e Ingeniería. Estudios de la cuenca del río S. Francisco. Roma, FAO/PNUD, 1971.
- 15 - FERREIRA, Paulo Afonso et alii. Efeito de diferentes níveis de tensão de umidade no solo sobre a produção do trigo. Revista Ceres, Viçosa, 20(108):129-35, abr. 1973.
- 16 - FRANK, A.B. et alii. Effect of temperature and plant water stress on photosynthesis, diffusion resistance, and leaf water potential in spring wheat. Agronomy Journal, Madison, 65(5):777-80, Sept./Oct. 1973.
- 17 - GOMES, Frederico Pimentel. Curso de Estatística Experimental. São Paulo, Livraria Nobel, 1973.
- 18 - HUNTER, Albert S. & STANFORD, George. Protein content of winter wheat in relation to rate and time of nitrogen fertilizer application. Agronomy Journal, Madison, 65(5):772-4, Sept./Oct. 1973.
- 19 - JENSEN, L.A. & LUND, H.R. How cereal crops grow. Fargo, North Dakota State University, s.d.
- 20 - KOEPPEN, Wilhelm. Climatología con un estudio de los climas de la tierra. México, Fondo de Cultura Económica, 1948.

- 21 - LAMB, C.A. Physiology. In: QUISENBERRY, K.S., ed. Wheat and wheat improvement. Madison, American Society of Agronomy, 1967, cap. 5, p. 181-223.
- 22 - LAOPIROJANA, Pojanee et alii. Nitrogen nutrition and yield relations of Nugaines winter wheat. Agronomy Journal, Madison, 64(5):571-3, Sept./Oct. 1972.
- 23 - MARQUES, João Quintiliano de Avelar. Manual brasileiro para levantamento de capacidade de uso da terra. Rio de Janeiro, Escritório Técnico de Agricultura Brasil-Estados Unidos, 1971.
- 24 - MEHROTRA, O.N. et alii. The uptake of nitrogen by phosphorus. Plant and Soil, The Hague, 26(2):361-8, Apr. 1967.
- 25 - MILLAR, Agustín A. Efecto del deficit de agua en diversos periodos del ciclo de crecimiento sobre los rendimientos de algunos cultivos. Petrolina, MINTER-IICA, 1973.
- 26 - NOVOA, Rafael Villanueva & GUIZADO, Oscar Montjoy. Resposta de tres variedades de trigo a diferentes dosis de abonamiento nitrogenado y fosfórico. Turrialba, Turrialba, 23(1):84-90, ene./mar. 1973.
- 27 - PARTRIDGE, J.R.D. & SHAYKEWICH, C.F. Effects of nitrogen, temperature, and moisture regime on the yield and protein content of Neepawa wheat. Canadian Journal of Soil Science, Ottawa, 52(2):179-85, June 1972.

- 28 - PAUL, E.A. & MYERS, R.J.K. Effect of soil moisture stress on uptake and recovery of tagged nitrogen by wheat. Canadian Journal of Soil Science, Ottawa, 51 (1):37-43, Feb. 1971.
- 29 - POOSTCHI, I. et alii. Influence of levels of spring irrigation and fertility on yield of winter wheat (Triticum aestivum L.) under semi-arid conditions. Agronomy Journal, Madison, 64(4):438-40, July/Aug. 1972.
- 30 - RAMOS, Milton. Efeitos do nitrogênio e fósforo sobre características agronômicas da variedade de trigo IAS 54 e suas relações com a produção. Pesquisa Agropecuária Brasileira, Série Agronômica, Brasília, 8(8) : 213-6, 1973.
- 31 - READ, D.W.L. & WARDER, F.G. Influence of soil and climatic factors on fertilizer response of wheat grown on stubble land in southwestern Saskatchewan. Agronomy Journal, Madison, 66(2):245-8, Mar./Apr. 1974.
- 32 - ROBINS, J.S. et alii. Grain and field crops. In: HAGAN, Roberto M., ed. Irrigation of agricultural lands. Madison, American Society of Agronomy, 1967, cap. 32, p.622-39.
- 33 - SA, D. Finizola de. Efectos de la humedad del suelo, y diversos niveles de nitrógeno no rendimiento del trigo. Recife, Grupo de Irrigação do São Francisco, SUDENE, 1966.

- 34 - SCHLEHUBER, A.M. & TUCKER, Billy B. Culture of wheat. In: QUISENBERRY, K.S., ed. Wheat and wheat improvement. Madison, American Society of Agronomy, 1967, cap. 4, p. 117-79
- 35 - SIMÕES, Antônio José. Comportamento do trigo nos grumosos do Baixo Médio São Francisco. Petrolina, GEI DA-SUDENE / IICA-CIDIAT, 1973.
- 36 - SMIKA, D.E. & GREB, B.W. Protein content of winter wheat grain as related to soil and climatic factors in the semiarid Central Great Plains. Agronomy Journal, Madison, 65(3):433-6, May/June 1973.
- 37 - STANFORD, George & HUNTER, Albert S. Nitrogen requirements of winter wheat (Triticum aestivum, L.) varieties 'Blueboy' and 'Redcoat'. Agronomy Journal, Madison, 65(3):422-7, May/June 1973.
- 38 - STEEL, Robert G.D. & TORRIE, James H. Principles and procedures of statistics. New York, McGRAW-HILL Book Company, 1960.
- 39 - TERMAN, G.L. et alii. Yield-protein relationships in wheat grain, as affected by nitrogen and water. Agronomy Journal, Madison, 61(5):755-9, Sept./Oct. 1969 .
- 40 - THORNE, D.W. & PETERSON, H.B. Técnica del riego. México, Compañía Editorial Continental, 1969.
- 41 - TREADWELL, F.P. Química Analítica. Rio de Janeiro, Editora Guanabara, 1947.

- 42 - UNGER, Paul W. et alii. Cultural practices for irrigated winter wheat production. Soil Sci. Soc. Amer. Proc., Madison, 37:437-42, 1973.
- 43 - YAMADA, H. et alii. Effects of irrigation and fertilizer on INIA 66 wheat. California Agriculture, Berkeley, 26(6):9-10, June 1972.
- 44 - YANG, S.J. & DE JONG, E. Effect of soil water potential and bulk density on water uptake patterns and resistance to flow of water in wheat plants. Canadian Journal of Soil Science, Ottawa, 51(2):211-20, June 1971.

UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ  
Instituto de Física  
Departamento de Física de Partículas  
Rua Alcides Muniz, 271 - 81531-980 - Curitiba - Paraná  
Fone: (41) 333-3333

A P E N D I C E

TABELA 1  
ANÁLISE DA VARIÂNCIA DO RENDIMENTO DE GRÃO

CAUSAS DE VARIAÇÃO	G.L.	S. Q.	Q. M.	F
Blocos	3	828867,19	276289,06	5,19*
Tratamentos (Irrigação)	3	28726992,19	9575664,06	180,00**
Resíduo (a)	9	478789,06	53198,78	
Parcelas	15	30034648,44		
Sub-tratamentos (Nitrogênio)	3	3321992,19	1107330,70	17,41**
Interação Irrigação x Nitrogênio	9	3039414,06	337712,67	5,31**
Resíduo (b)	36	2289218,75	63589,41	
T O T A L	63	38685273,44		

\* - Significante ao nível de 5% de probabilidade

\*\* - Significante ao nível de 1% de probabilidade

TABELA 2  
ANÁLISE DA VARIÂNCIA DO RENDIMENTO DE PALHA

CAUSAS DE VARIAÇÃO	G.L.	S. Q.	Q. M.	F
Blocos	3	2058437,5	686145,83	2,73
Tratamentos (Irrigação)	3	44146562,5	14715520,17	58,60**
Resíduo (a)	9	2260000,0	251111,11	
Parcelas	15	48465000,0		
Sub-tratamentos (Nitrogênio)	3	11460937,5	3820312,50	25,23**
Interação Irrigação x Nitrogênio	9	11628750,0	1292083,30	8,53**
Resíduo (b)	36	5450312,5	151397,56	
T O T A L	63	77005000,0		

\*\* - Significante ao nível de 1% de probabilidade



TABELA 3  
ANÁLISE DA VARIÂNCIA DA RELAÇÃO PALHA/GRÃO

CAUSAS DE VARIAÇÃO	G.L.	S. Q.	Q. M.	F
Blocos	3	0,44	0,15	1,88
Tratamentos (Irrigação)	3	3,14	1,05	13,13**
Resíduo (a)	9	0,69	0,08	
Parcelas	15	4,27		
Sub-tratamentos (Nitrogênio)	3	0,37	0,12	2,00
Interação Irrigação x Nitrogênio	9	0,55	0,06	1,00
Resíduo (b)	36	2,19	0,06	
T O T A L	63	7,38		

\*\* - Significante ao nível de 1% de probabilidade

TABELA 4  
ANÁLISE DA VARIÂNCIA DA ALTURA DA PLANTA

CAUSAS DE VARIAÇÃO	G.L.	S. Q.	Q. M.	F
Blocos	3	159,53	53,18	1,16
Tratamentos (Irrigação)	3	4909,70	1636,57	35,78**
Resíduo (a)	9	411,67	45,74	
Parcelas	15	5480,90		
Sub-tratamentos (Nitrogênio)	3	193,66	64,55	5,44**
Interação Irrigação x Nitrogênio	9	387,86	43,09	3,63**
Resíduo (b)	36	427,13	11,86	
T O T A L	63	6489,55		

\*\* - Significante ao nível de 1% de probabilidade

TABELA 5  
ANÁLISE DA VARIÂNCIA DO COMPRIMENTO DA ESPIGA

CAUSAS DE VARIAÇÃO	G.L.	S. Q.	Q. M.	F
Blocos	3	0,96	0,32	0,94
Tratamentos (Irrigação)	3	39,37	13,12	38,59 <sup>**</sup>
Resíduo (a)	9	3,10	0,34	
Parcelas	15	43,43		
Sub-tratamentos (Nitrogênio)	3	3,91	1,30	4,06 <sup>*</sup>
Interação Irrigação x Nitrogênio	9	5,55	0,62	1,94
Resíduo (b)	36	11,64	0,32	
T O T A L	63	64,53		

\* - Significante ao nível de 5% de probabilidade

\*\* - Significante ao nível de 1% de probabilidade