

EFEITOS DE FONTES E MODOS DE DISTRIBUIÇÃO
DE NITROGÊNIO (^{15}N) NA CULTURA DO
TRIGO (*Triticum aestivum* L.)

ANTONIO ENEDI BOARETTO
— ENGENHEIRO AGRÔNOMO —

PROF. DR. ANDRÉ MARTIN LOUIS NEPTUNE
— Orientador —

*Dissertação apresentada à Escola Superior
de Agricultura «Luiz de Queiroz», da Uni-
versidade de São Paulo, para obtenção do
título de Mestre.*

PIRACICABA
Estado de São Paulo — Brasil
1974

Que este trabalho seja minha homenagem
às seguintes Pessoas:

Antonio José e Iolanda (meus Pais);

Therezinha, Dério, Geni, Néilson, Lourdes,
Emílio, Vanderlei e Sílvia (meus Irmãos)

e ao Prof. Dr. A.M.L. Neptune (meu Professor
no curso ginásial, superior e de pós-graduação)

AGRADECIMENTOS

Agradeço as seguintes Pessoas e Instituições:

Ao Prof. Dr. A.M.L. Neptune pela orientação no desenvolvimento do presente trabalho.

Ao Prof. Dr. Otto J. Crócomo pela responsabilidade na orientação durante a ausência do Prof. Dr. A.M.L. Neptune.

A Agência Internacional de Energia Atômica (AIEA), que através do projeto "Co-ordinated Programme on Use of Isotopes and Radiation in wheat Fertilization Studies", permitiu o presente trabalho.

A Comissão Nacional de Energia Nuclear (CNEN), pela bolsa concedida durante o ano de 1970.

Ao Centro de Energia Nuclear na Agricultura (CENA), pelas facilidades oferecidas durante a execução do trabalho.

Ao Prof. Dr. J.F. Patella da Faculdade de Agronomia e Veterinária "Eliseu Maciel" da Universidade Federal de Pelotas, RS, pela atenção dispensada na instalação e condução do ensaio.

Ao Instituto de Pesquisas Agropecuárias do Sul (IPEAS), Pelotas, RS, pela cessão da área experimental.

Ao Prof. Dr. Júlio Nakagawa, pelas sugestões e aos demais Docentes e Funcionários do Departamento de Agrotecnia e Geologia da Faculdade de Ciências Médicas e Biológicas de Botucatu, pela colaboração prestada.

Ao Químico Industrial Osmar F. de Paula e ao Sr. José A. Scarassatti, pela realização das análises químicas.

À Sra. Edna M.P. da Silva e ao Sr. Francisco M. Filho pelo trabalho de datilografia.

À Profª Waded Antonio pela revisão dos textos.

SUMÁRIO

	Página
1 - INTRODUÇÃO	1
2 - CONSIDERAÇÕES GERAIS SOBRE O USO DE ADUBOS ENRIQUECIDOS COM ¹⁵ N	5
3 - REVISÃO DA LITERATURA	8
3.1. - <u>Fontes de nitrogênio</u>	8
3.1.1. Influência de fonte de nitrogênio na produção de trigo	8
3.1.2. Porcentagem e quantidade total de nitrogênio na palha e grãos de trigo...	12
3.1.3. Porcentagem de nitrogênio total da palha e do grão proveniente das fontes de nitrogênio	14
3.1.4. Quantidade de nitrogênio no grão proveniente do fertilizante	15
3.2. - <u>Modos de distribuição das Fontes de nitrogênio</u>	16
3.3. - <u>Interação entre fonte de nitrogênio e modo de distribuição</u>	17
4 - MATERIAIS E MÉTODOS	18
4.1. - <u>Local do experimento</u>	18
4.2. - <u>Solo, métodos da análise do solo e resultados da análise</u>	18
4.3. - <u>Delineamento Experimental</u>	20

	Página
4.4. - <u>Tratamentos</u>	20
4.5. - <u>Fontes e doses aplicadas dos fertilizantes..</u>	21
4.6. - <u>Modos de aplicação dos fertilizantes</u>	21
4.7. - <u>Instalação e condução do experimento</u>	22
4.8. - <u>Colheita, preparo do material e análises das amostras</u>	24
4.8.1. Colheita	24
4.8.2. Preparo do material para análise	24
4.8.3. Análises das amostras	25
4.9. - <u>Análise Estatística</u>	27
5 - <u>RÉSUMOS E DISCUSSÃO</u>	28
5.1. - <u>Produção em kg/ha de palha e grãos de trigo.</u>	29
5.2. - <u>Porcentagem de nitrogênio total na palha e nos grãos de trigo</u>	35
5.3. - <u>Quantidade de nitrogênio total na palha e nos grãos de trigo</u>	38
5.4. - <u>Porcentagem de nitrogênio da palha e no trigo em grãos proveniente dos fertilizantes nitrogenados</u>	42
5.5. - <u>Quantidade do nitrogênio da palha e do grão de trigo proveniente das fontes de nitrogênio</u>	45
5.6. - <u>Porcentagem de aproveitamento das fontes de nitrogênio pela palha e grãos de trigo</u>	49
6 - <u>CONCLUSÕES</u>	54

	Página
7 - SINOPSE	55
8 - SUMMARY	59
9 - LITERATURA CITADA	62

1 - INTRODUÇÃO

A produção de trigo no Brasil, na safra de 1970/1971 foi de 1.946.044 t, numa área cultivada de 1.861.204 hectares, sendo o rendimento médio de 1.045 kg/ha. Na safra anterior a produção foi de 1.303.426 t, em área cultivada de 1.299.518 hectares, com o rendimento médio de 1.004 kg/ha (1).

Com base nesses dados verifica-se que houve em 1970/1971 um aumento em relação ao ano anterior, de 47,98%, 43,22% e 4,08% respectivamente na produção, na área cultivada e no rendimento médio. O aumento havido deve-se ao incremento da área cultivada, uma vez que o rendimento médio por unidade de

(1) - Anuário Estatístico do Trigo. Safra 1970/1971, Ministério da Agricultura - Porto Alegre - RS

área quase não se alterou. As mesmas considerações são válidas para o Estado do Rio Grande do Sul, que participou em 1970/1971 com 88% da produção total. Assim, para o estado gaúcho os números foram os seguintes para a produção, a área cultivada e o rendimento médio, respectivamente: 55,31%, 51,65% e 3,25% (1).

O uso de adubos é bastante difundido entre os triticultores. De fato, 87% das lavouras do sul do país foram adubadas na safra de 1970/1971 (1), entretanto a adubação não tem proporcionado o aumento de produção esperado. É necessário portanto, que se façam pesquisas para estudar as possibilidades de aumentar a eficiência do fertilizante como importante fator de produção, embora se saiba que a mesma é muito variável em função do clima (BAYMA, 1960), e que mesmo quando as condições meteorológicas são favoráveis ao cultivo deste cereal, o teto de produção das variedades brasileiras é muito baixo (veja-se NEPTUNE & outros, 1971).

Devido à complexidade da dinâmica do nitrogênio do solo, muitos estudos que visavam obter uma maior eficiência na sua absorção pelas plantas foram realizados. Dentre os aspectos estudados estão a fixação, mineralização, imobilização e desnitrificação bem como aqueles relativos às formas, doses, localizações e tempo de ação dos adubos nitrogenados (SAITO, 1974).

Uma vez estabelecida a necessidade da adubação, a melhor fonte de nitrogênio deverá ser conhecida. Desde Liebig

(1) - Anuário Estatístico do Trigo. Safra 1970/1971, Ministério da Agricultura - Porto Alegre - RS

diversos são os trabalhos que têm examinado o problema referente à fonte de nitrogênio ou mais especialmente à absorção e utilização do nitrogênio nas formas de íon amônio e íon nitrato (ZSOLDOS, 1971). Sabe-se atualmente que as duas formas de nitrogênio são absorvidas pelas plantas. Porém há certas culturas que reagem diferentemente para o íon nitrato e íon amônio (DEVINE & HOLMES, 1964a), como por exemplo o trigo (NEPTUNE & PATELLA, 1970; SPRATT & GASSER, 1970; ALESSI & POWER, 1973), o algodão (HOLLEY & outros, 1931), a cevada (ARNON, 1937; ALESSI & POWER, 1973), o milho (BENNETT & outros, 1964). Outros trabalhos descrevem a preferência de certos vegetais pela forma amoniacal, como por exemplo, os "seedlings" de trigo (ROTINI & outros, 1972), o arroz (FRIED & outros, 1965; DIJKSHOORN & ISMUNADJI, 1972) e o milho (BLAIR & outros, 1970). Para outras culturas encontraram-se resultados contraditórios (BENNETT & outros, 1964; BLAIR & outros, 1970).

A seguir, é necessário conhecer a melhor localização do adubo em relação à semente ou à planta, porque aplicar o fertilizante no lugar certo é quase tão importante como usar a fórmula e quantidade adequadas (veja-se MALAVOLTA, 1967). Dados sobre a atividade de raízes e experiência sobre localização de fertilizantes sugerem que todas as posições na zona das raízes das plantas não são de igual eficácia na absorção e/ou disponibilidade do nitrogênio (veja-se BARTHOLOMEW, 1971). Não há na literatura nacional trabalhos científicos que indiquem qual a melhor localização de uma determinada fonte nitrogenada na adubação da cultura do trigo. A localização correta evita danos à germinação, bem como possibilita à cultura absorver o nitrogênio no momento que dele necessite.

O presente trabalho teve os seguintes objetivos:

- 1) Efeitos de três fontes de nitrogênio,
- 2) Dois modos de distribuição dessas fontes,
- 3) Verificar se existe interação entre as fontes de nitrogênio e as localizações do adubo.

Estas comparações foram determinadas através das produções de palha e de grãos de trigo; das porcentagens de nitrogênio total na palha e nos grãos de trigo; das porcentagens do nitrogênio total da palha dos grãos de trigo proveniente do fertilizante, e das porcentagens de aproveitamento das fontes de nitrogênio pela palha e pelos grãos de trigo.

2 - CONSIDERAÇÕES GERAIS SOBRE O USO DE ADUBOS ENRIQUECIDOS COM ^{15}N

Segundo SMITH & outros (1963) o ^{15}N foi descoberto por Nande em 1929, mas somente em 1943 veio à luz o primeiro trabalho científico no qual se usou esse isótopo estável, realizado por Norman e Werkman. BARTHOLOMEW (1971) relatou que o primeiro trabalho utilizando fertilizantes isotopicamente enriquecidos com ^{15}N , em ensaio de campo, foi realizado pelo próprio autor e colaboradores, ocasião em que investigaram a quantidade de fertilizante nitrogenado recuperado pelas plantas e obtiveram também algumas indicações referentes à época na qual a planta necessita e usa o fertilizante nitrogenado.

No Brasil, somente em meados da década passada, é que foram iniciadas pesquisas usando ^{15}N como traçador, em estu-

dos de fertilidade de solo e fertilizantes. Tal fato ocorreu porque a Divisão de Agricultura da FAO/IAEA (Joint FAO/IAEA, Division of Atomic Energy in Food and Agriculture) vem realizando desde 1963, em colaboração com diversos países, inclusive o Brasil, pesquisas coordenadas, usando fertilizantes isotopicamente enriquecidos, em diversas culturas como milho, arroz, trigo e no futuro próximo, com leguminosas, (MURAOKA, 1973). O presente trabalho faz parte desse programa internacional.

Apesar de serem numerosos os trabalhos que usam ^{15}N , não há boas regras ou critérios pelos quais se pode claramente determinar quando e onde os traçadores podem ser usados com vantagens (BARTHOLOMEW, 1971). Entre as áreas nas quais o mesmo autor cita ser vantajoso o uso de ^{15}N estão: absorção relativa de íons amônio e nitrato pelas plantas e a influência da localização do fertilizante, em relação às sementes e a disponibilidade do fertilizante nitrogenado às plantas. NEPTUNE (1967) dá como principais tópicos estudados com o emprego de traçadores, a localização de adubos e a comparação entre adubos do ponto de vista das suas disponibilidades às plantas. O presente trabalho se encontra perfeitamente enquadrado dentro dos itens citados de NEPTUNE (1967) e BARTHOLOMEW (1971).

Estes são alguns dos caminhos, não todos, nos quais o ^{15}N tem sido usado para elucidar o conhecimento referente à dinâmica do nitrogênio no solo. Apesar de vários problemas serem parcial ou totalmente resolvidos, com o uso de traçadores, novos problemas aparecem. Assim, é necessário que na utilização de nitrogênio marcado com ^{15}N , conhecer técnicas es

peciais tanto no preparo das amostras, como nas análises que são feitas por espectrometria de massa.

No preparo de amostras nas quais se procura determinar a concentração isotópica de ^{15}N (átomos %) ou mesmo das variações da razão $^{15}\text{N}/^{14}\text{N}$ de qualquer material, por espectrometria de massa, é conveniente que o nitrogênio seja convertido em gás, na forma molecular N_2 . Existem vários métodos para a conversão de diferentes formas de nitrogênio em N_2 . No preparo das amostras há necessidade de cuidados especiais para evitar a contaminação da amostra pelo ar atmosférico ou outros contaminantes que se ocorrer, acarretará um erro nos resultados, que podem ser corrigidos, se esta contaminação não for muito grande (até 3 a 5%); caso contrário os resultados não devem ser aproveitados (veja-se TRIVELIN & outros, 1973).

3 - REVISÃO DA LITERATURA

3.1. - Fontes de nitrogênio

3.1.1. Influência de fonte de nitrogênio na produção de trigo.

Trabalhando em solução nutritiva, com trigo colhido um mês após o transplante, THELIN & BEAUMONT (1934) verificaram que a uréia proporcionou uma maior produção de matéria verde do que o nitrato de sódio e o sulfato de amônio.

ARVIZU & LAIRD (1959/1960) trabalhando em solo alcali no com baixo teor de matéria orgânica, compararam o sulfato de amônio, uréia, nitrato de amônio e nitrato de sódio, cada um em quatro doses diferentes (50, 100, 150 e 200 kg N/ha) e concluíram que dentro de um mesmo nível de nitrogênio, estas

fontes não diferiram entre si, tanto na produção de palha como de trigo em grãos.

Em trigo de inverno, HATFIELD (1961) aplicou no plantio oxamida, uréia ou nitrato de amônio, em três doses diferentes e verificou que havia pequenas diferenças entre as produções finais.

HERNANDO & outros (1962), trabalhando em três solos com diferentes níveis de fertilidade e usando três níveis de uréia e sulfato de amônio, concluíram que dentro dos três níveis estudados não houve diferenças significativas entre as duas fontes, quanto à produção de palha e grãos de trigo.

Através de um estudo comparativo entre sulfato de amônio, nitrato de amônio, uréia e nitrossulfato de amônio, em três diferentes doses, (40, 80 e 120 kg/ha), PUENTE B. & outros (1963/64), no México, constataram que apesar de existir pequenas diferenças nos resultados obtidos, não houve diferenças significativas entre as fontes de nitrogênio dentro de uma mesma dose, na produção de palha e grãos. Os mesmos autores afirmaram que a escolha deste ou daquele fertilizante nitrogenado deverá se basear em aspectos de economia, tais como preço por quilograma de nitrogênio, existência do fertilizante no mercado regional e custo do transporte dos mesmos.

DEVINE & HOLMES (1964a), analisando os resultados de vários ensaios de campo, na Inglaterra, concluíram que o nitrato de amônio deu maior produção que o sulfato de amônio em solos com mais de 10% de carbonato de cálcio e que esta superioridade foi significativa em três dos quatro casos. Para explicar o fato, apontaram as diferenças na quantidade de nitrogênio volatilizada. Os mesmos autores notaram ainda que,

em solos com pH maior que 7 (16 ensaios) e em solos com pH menor que 7 (16 ensaios), não houve diferenças significativas entre as duas fontes.

DEVINE & HOLMES (1964b), através de 10 ensaios de campo compararam sulfato de amônio, nitrato de amônio e nitrato de cálcio e amônio e concluíram que de uma maneira geral, todas as três fontes deram resultados similares, tanto sob condições de alta precipitação como de baixa precipitação no inverno.

No relatório sobre ensaios de adubação em trigo, da MISSÃO AGRÍCOLA ALEMÃ (1969), relatou-se que entre o sulfato de amônio, o salitre do Chile, o nitrocálcio e a uréia, não houve diferenças significativas entre produções de palha e grãos de trigo.

Comparando o sulfato de amônio e uréia, em quatro níveis diferentes (20, 40, 80 e 160 lb N/acre), com metade aplicado no plantio e metade seis semanas depois, BEECH & outros (1968) concluíram que o primeiro fertilizante produziu consistentemente maiores quantidades de grãos do que o outro, dentro de uma mesma dose de nitrogênio aplicado. Efeito similar foi encontrado para o peso da palha seca. Assim, para a produção de grãos os dados indicam que uma parte de nitrogênio aplicado como sulfato de amônio foi equivalente a 1,72 partes de nitrogênio como uréia. Na palha, essa relação foi de 1:1,61 para sulfato de amônio e uréia respectivamente; entretanto, para o nível de 120 kg N/ha, e mantido o solo sem vegetação durante seis meses antes do plantio, as duas fontes deram resultados praticamente iguais.

HAMID (1968/1969) comparou o nitrato de sódio e o sul-

fato de amônio, na dose de 120 kg N/ha aplicado metade no plantio e metade no perfilhamento não encontrou diferenças significativas na produção de palha e grãos.

Em ensaios realizados no Rio Grande do Sul, durante 11 anos, no mesmo local, na presença e ausência de calcário, PATELLA (1969) concluiu que não houve diferenças significativas na produção, quando comparou o cal-nitro, salitre do Chile, sulfato de amônio e uréia.

EID & outros (1970) e ULGEN & outros (1970) em ensaios idênticos ao de HAMID (1968/1969) não encontraram diferenças significativas nas produções de palha e grãos de trigo.

LOMNITSKII & ROIKO (1970) constataram que quando a fonte nitrogenada era aplicada no início da primavera e o plantio do trigo foi feito no inverno, maiores aumentos na produção foram obtidos com o nitrato de amônio do que com o sulfato de amônio, uréia ou cloreto de amônio.

Em vários experimentos com trigo, AVRAM (1970) comparou o nitrato de amônio, a uréia e o sulfato de amônio e verificou que, apesar do nitrato de amônio favorecer a maior produção de trigo em grãos e o sulfato de amônio apresentar a menor, as diferenças entre essas fontes nitrogenadas não foram significativas.

NEPTUNE & PATELLA (1970), realizando um experimento no Rio Grande do Sul em solo pertencente ao Grande Grupo Podzólico Vermelho-Amarelo, encontraram diferenças significativas entre o nitrato de sódio e o sulfato de amônio, quando o primeiro deu maiores produções de grãos de trigo, parcelando-se igualmente; entretanto, o mesmo não aconteceu com a produção de palha. Essas mesmas diferenças não foram obtidas na produção de matéria seca até o perfilhamento ou até o emborra-

chamento.

LIMA & NEPTUNE (1971) não encontraram diferenças significativas nas produções de palha e grãos ao usarem os seguintes adubos em cobertura: sulfato de amônio, nitrato de amônio, salitre do Chile e uréia. O solo era um Latossol Roxo, que havia recebido a mesma adubação no plantio para todos os tratamentos com diamônio fosfato.

MURAOKA (1973) trabalhando com nitrato de amônio e uréia, dentro de um mesmo nível de adubação e mesmos parcelamentos, não verificou diferenças significativas entre as fontes na produção de palha e grãos.

Com algumas restrições apenas, pela bibliografia consultada pode-se dizer que de uma maneira geral as fontes de nitrogênio não diferem entre si quanto à influência na produção de palha e grãos de trigo.

3.1.2. Porcentagem e quantidade total de nitrogênio na palha e grãos de trigo

Quando HATFIELD (1961) usou como fonte nitrogenada a oxamida, uréia e o nitrato de amônio, não encontrou diferenças significativas para a quantidade total de nitrogênio na palha e no grão.

HERNANDO & outros (1962), adubando o trigo com sulfato de amônio e uréia em três níveis diferentes, observaram que a primeira fonte de nitrogênio evidenciou uma tendência a dar valores mais altos para a porcentagem de nitrogênio no grão; e na palha a uréia mostrou uma tendência em proporcionar valores mais altos para porcentagem de nitrogênio.

Utilizando dois solos diferentes, um com reação alcali

na e outro de reação ácida e usando o nitrato de cálcio, nitrato de amônio e o nitrato de amônio mais o carbonato de cálcio, SZABOLCS & LATKOVICS (1967) não encontraram efeito significativo de fontes de nitrogênio em plantas com três semanas de idade e em solo alcalino. No solo ácido o tratamento que recebeu nitrato de amônio mais carbonato de cálcio, acusou porcentagens de nitrogênio na matéria seca maior que os demais tratamentos.

BEECH & outros (1968), em ensaio onde usaram o sulfato de amônio e a uréia em quatro níveis diferentes, observaram que dentro de um mesmo nível as diferenças na porcentagem de nitrogênio no grão entre as duas fontes de nitrogênio foram pequenas. O mesmo não aconteceu com a quantidade total de nitrogênio no grão de trigo, pois o sulfato de amônio deu resultados maiores que a uréia.

HAMID (1968/1969) no Paquistão e EID & outros (1970) no Egito, não encontraram diferenças significativas na porcentagem e na quantidade de nitrogênio na palha e no grão, quando empregaram o nitrato de sódio e o sulfato de amônio.

ÜLGEN & outros (1970) em Ankara, Turquia, verificaram que a porcentagem de nitrogênio e a quantidade total deste elemento na amostra colhida ao perfilhamento foi maior quando da aplicação do sulfato de amônio do que do nitrato de sódio. Os mesmos autores, analisando amostras colhidas no emborrachamento, concluíram que as diferenças não foram significativas; o mesmo acontecendo na amostragem de plantas maduras, tanto no caso da palha como dos grãos.

NEPTUNE & PATELLA (1970) concluíram que o sulfato de amônio, quando comparado ao nitrato de sódio, proporcionou va

lores maiores e estatisticamente significativos na quantidade de nitrogênio na matéria seca da planta colhida ao perfilhamento. Para a amostragem no emborrachamento e na final tais diferenças não foram encontradas na palha. No caso do grão, o sulfato de amônio foi sempre superior ao nitrato de sódio.

PSHENICHNYI & TIBIR'KOVA (1971), em vários ensaios com fontes nitrogenadas contendo íons amônio e nitrato no mesmo fertilizante, íons nitrato e radical amídicos em diferentes a dubos, constataram efeito similar sobre a porcentagem total de nitrogênio no grão.

MURAOKA (1973), não encontrou diferenças significativas entre o nitrato de amônio e a uréia, quando parcelados de maneira idêntica sobre a porcentagem de nitrogênio na palha e no grão. A mesma conclusão foi verdadeira para a quantidade de nitrogênio total no grão.

Quando se compararam as diferentes fontes de nitrogênio, os resultados obtidos através da bibliografia evidenciam que quase sempre foram semelhantes quanto às porcentagens de nitrogênio e quantidade total de nitrogênio em amostras colhidas quando o trigo estava maduro. No início do desenvolvimento, ou seja em amostras colhidas no perfilhamento, a fonte nitrogenada contendo o radical amônio quase sempre foi superior a fonte que continha radical nitrato, tanto nas porcentagens como nas quantidades totais de nitrogênio extraído.

3.1.3. Porcentagem de nitrogênio total da palha e do grão proveniente das fontes de nitrogênio

A bibliografia referente a este item é escassa, pois a maioria dos trabalhos com trigo neste assunto foram rela-

tados nos encontros anuais do Co-ordinated wheat Fertility Programme using Fertilizer Containing Labelled Nutrient Elements (Joint FAO/IAEA, Division of Atomic Energy in Food and Agriculture) de difícil consulta. Assim, NEPTUNE & PATELLA (1970) no Final Report, apresentada em Rabbat, Marrocos, encontraram valores para a porcentagem de nitrogênio total do grão proveniente do nitrato de sódio sempre maiores do que para o sulfato de amônio; diferenças essas sempre significativas quando as duas fontes eram parceladas igualmente. Somente no caso em que se aplicaram 120 kg N/ha, todo no plantio, as duas fontes não diferiram quanto à porcentagem do nitrogênio total do grão proveniente das fontes de nitrogênio.

Resultados semelhantes foram obtidos por HAMID (1968/1969), ÜLGEN & outros (1970), EID & outros (1970), que também trabalharam com nitrato de sódio e sulfato de amônio.

Não encontraram diferenças significativas nas porcentagens do nitrogênio total da palha e do grão SINHA (1972a) e MURAOKA (1973) que utilizaram o nitrato de amônio e uréia.

SINHA (1972b) utilizando o nitrato de amônio, uréia e sulfato de amônio, também não encontrou diferenças significativas dessas fontes de nitrogênio nas porcentagens do nitrogênio total da palha e grãos de trigo.

3.1.4. Quantidade de nitrogênio no grão proveniente do fertilizante

HAMID (1968/1969) determinou a quantidade de nitrogênio na palha e no grão de trigo proveniente de 60 kg N/ha aplicado no plantio na forma de nitrato de sódio e sulfato de amônio e obteve resultados semelhantes para as duas fontes.

NEPTUNE & PATELLA (1970) mostraram que a quantidade de nitrogênio no grão proveniente do fertilizante aplicado foi bem maior (80,2 kg/ha) quando se usou o nitrato de amônio em confronto com aquela proporcionada pelo sulfato de amônio (57,3 kg/ha).

MURAOKA (1973) não encontrou diferenças significativas na quantidade de nitrogênio no grão proveniente do nitrato de amônio ou uréia.

3.2. - Modos de distribuição das Fontes de nitrogênio

A maioria dos trabalhos relacionados a modos de distribuição de fertilizantes são realizados com misturas binárias ou ternárias. Assim, por exemplo, SINGH & outros (1968) aplicaram Nitrogênio e Fósforo por três modos diferentes e obtiveram maiores produções de trigo quando aplicaram a metade da mistura binária com a semente e metade a 4 cm abaixo da semente, do que toda a mistura junto com a semente ou toda mistura a 4 cm abaixo da mesma.

Entretanto trabalhos que estudam especificamente a melhor localização das diferentes fontes de nitrogênio são escassos na literatura referente ao trigo.

GUPTA & SINGH (1970) concluíram que as maiores produções foram obtidas colocando o nitrogênio a uma profundidade de 6,3 cm abaixo da semente, no plantio, do que colocando a fonte de nitrogênio numa faixa de 5,0 a 7,5 cm ao lado da semente ou a lanço, na superfície, logo após o plantio. Esses resultados foram obtidos no inverno úmido e não se repetiram no inverno seco.

KUSHWAHA & outros (1970) em ensaios que duraram três

anos, utilizando doses de 45 e 60 kg N/ha, verificaram que as maiores produções foram obtidas quando o nitrogênio foi colocado a uma profundidade de 6,2 cm num sulco abaixo da semente de trigo, em relação à aplicação numa faixa de 5 a 7,5 cm ao lado da semente e a lanço; mas, com 30 kg N/ha as maiores produções foram obtidas quando nitrogênio foi aplicado a lanço.

SINHA (1972b) não encontrou diferenças significativas entre os modos de aplicação de fontes de nitrogênio.

3.3. - Interação entre fonte de nitrogênio e Modo de distribuição

Como as características químicas dos adubos são importantes quando de sua aplicação no solo, para cada adubo deveria existir um melhor método de colocá-lo no solo. O mesmo se poderia dizer para cada fonte de nitrogênio que possui características químicas diferentes. Assim, o íon nitrato contido no nitrato de amônio ou em outros adubos nítricos ou nítrico-amoniacais é retido com menos intensidade pelas partículas do solo, onde há predominância de cargas negativas, podendo até ser repellido por essas cargas (PRATT, 1966 e KINJO & PRATT, 1971). Já o íon amônio, contido no sulfato e nitrato de amônio ou outros adubos amoniacais pode ser atraído e retido pelas cargas negativas do complexo coloidal do solo, com maior energia. O radical amídico da uréia necessita ser primeiro convertido em íon amônio ou nitrato para ser absorvido (MALAVOLTA, 1967).

Entretanto não foi encontrado na literatura revista qualquer referência a esse tópico, na cultura de trigo.

4 - MATERIAIS E MÉTODOS

4.1. - Local do experimento

O experimento foi instalado nos campos experimentais do Instituto de Pesquisa e Experimentação Agropecuária do Sul (IPEAS) em Pelotas, Rio Grande do Sul, cujo local é definido pelas seguintes coordenadas: latitude igual a $30^{\circ}21'$, longitude de $52^{\circ}21'$ e altitude de 30 metros. A declividade do terreno é de 2% e de exposição Sudoeste.

4.2. - Solo, métodos da análise do solo e resultados da análise

O solo foi classificado como pertencente à Ordem Ultisol e ao Grande Grupo Podzólico Vermelho-Amarelo.

Da área onde foi instalado o experimento coletaram-se amostras compostas de solo, conforme descrito em CATANI & outros (1955).

Os resultados das análises químicas deste solo determinadas no laboratório da disciplina "Fertilizantes e Fertilidade do Solo", da Faculdade de Ciências Médicas e Biológicas de Botucatu, estão relacionadas abaixo:

Determinações em T.F.S.A.*	Profundidade da amostra em cm			
	0 - 15	15 - 30	30 - 60	60 - 90
pH	5,0	5,1	5,1	5,1
H ⁺ (e.mg/100 g terra)	4,32	4,08	4,08	4,08
Al ³⁺ (e.mg/100 g terra)	0,88	0,96	0,88	0,88
Matéria orgânica (%)	1,34	1,03	0,98	0,88
PO ₄ ³⁻ (e.mg/100 g terra)	0,097	0,041	0,026	0,023
K ⁺ (e.mg/100 g de terra)	0,190	0,155	0,165	0,140
Ca ²⁺ (e.mg/100 g terra)	1,28	1,68	2,68	2,48
Mg ²⁺ (e.mg/100 g terra)	0,72	0,08	0,72	0,80

* Terra Fina Seca ao Ar

As determinações químicas foram feitas de acordo com os métodos seguintes: a) valor pH, no potenciômetro Beckman, utilizando-se relação 1:2,5 para solo:água; b) matéria orgânica, pelo método de Walkley & Black, descrito em MALAVOLTA & COURY (1955); c) Hidrogênio, Alumínio e Potássio trocáveis e Fósforo solúvel, conforme os métodos descritos em CATANI & outros (1955); d) Cálcio e Magnésio trocáveis, utilizando-se o método do EDTA, de GLÓRIA & outros (1965).

Os resultados das análises químicas, de acordo com

os índices de fertilidade, preconizados por CATANI & outros (1955), revelam que o solo é medianamente ácido, com teores pobres de matéria orgânica e fósforo solúvel, cálcio e magnésio trocáveis, e médio em potássio trocável. Quanto ao teor de alumínio trocável há evidência da necessidade de calagem, a qual não foi feita.

4.3. - Delineamento Experimental

O delineamento experimental obedeceu a um esquema fatorial 3 x 2, portanto seis tratamentos, com 5 repetições.

4.4. - Tratamentos

O presente ensaio constou de seis tratamentos, sendo três diferentes fontes de nitrogênio, aplicado no plantio de duas maneiras diferentes. Os tratamentos estudados estão relacionados no esquema que segue:

Tratamentos	Fontes de Nitrogênio	Quantidade de Nitrogênio em kg/ha		Perfilhamento (na superfície do solo)
		plantio		
		Lanço (L)	Sulco (S)	
A	NH_4NO_3	60	60	60
B	NH_4NO_3	60	60	60
C	$\text{CO}(\text{NH}_2)_2$	60	60	60
D	$\text{CO}(\text{NH}_2)_2$	60	60	60
E	$(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$	60	60	60
F	$(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$	60	60	60

4.5. - Fontes e doses aplicadas dos fertilizantes

Como pode ser visto acima, as fontes eram: nitrato de amônio (33% de N); sulfato de amônio (20% de N) e uréia (46% de N). A dose aplicada foi de 130 kg/ha, metade aplicada no plantio e metade por ocasião do perfilhamento.

Os fertilizantes nitrogenados marcados continham 1% de excesso de ^{15}N e foram produzidos pela Junta de Energia Nuclear, Madri, Espanha, e fornecidos pela Agência Internacional de Energia Atômica, através da "Co-ordinated Programme on use of isotopes and radiation in wheat fertilization studies". CHO & outros (1964) constataram que 0,9% de ^{15}N era satisfatório para experimentos de campo com milho. NEPTUNE & outros (1971), trabalhando com trigo, obtiveram bons resultados quando utilizaram 2% e 0,7% em excesso de ^{15}N .

Foi feita também uma adubação com superfosfato simples (20% de P_2O_5), na razão de 68 kg P_2O_5 /ha. A adubação potássica não foi feita porque o solo continha um teor médio deste elemento.

4.6. - Modos de aplicação dos fertilizantes

Cada fonte de nitrogênio foi aplicada por dois diferentes modos no plantio. Nos tratamentos que envolviam a aplicação a "lanço", o adubo foi espalhado e incorporado nos 10 cm superiores do solo e nos tratamentos "sulco" foi colocado num sulco de aproximadamente 5 cm de profundidade, sendo a seguir encoberto com 2 cm de solo, de maneira que ficasse a 2 cm abaixo e 5 cm ao lado do sulco da semente. Por ocasião do perfilhamento, aplicou-se o restante do fertilizante na superfí-

cie do solo.

Em virtude de se usar a técnica do fertilizante marcado, ^{15}N , seguindo a orientação dada por NEPTUNE (1967) e BARTHOLOMEW (1971), foi necessário dividir a parcela em três áreas distintas (a, b, c), conforme está representada no Diagrama.

As áreas a de todas as parcelas receberam o ^{15}N por ocasião do plantio, e as áreas restantes receberam o nitrogênio comum.

Por ocasião do perfilhamento, fez-se a cobertura aplicando-se a fonte de nitrogênio na superfície do solo, sendo que o nitrogênio marcado foi aplicado nas áreas b de todas as parcelas, e no restante das mesmas, áreas a e c, empregou-se o fertilizante nitrogenado comum.

O superfosfato simples (20% de P_2O_5) foi aplicado sempre 2 cm abaixo e 5 cm ao lado da semente.

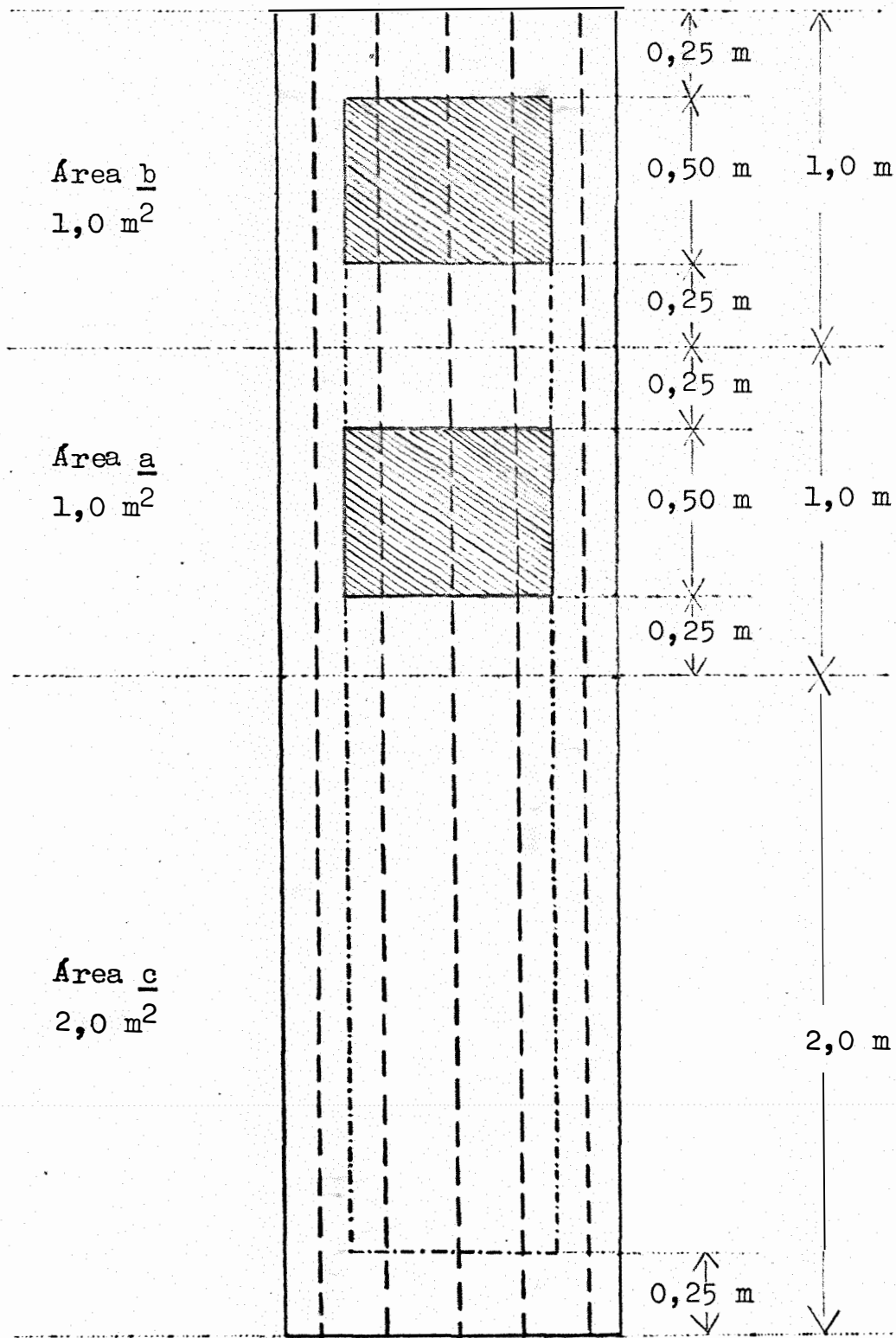
4.7. - Instalação e condução do experimento

A espécie utilizada foi o trigo (Triticum aestivum, L.), a partir de sementes da variedade IAS-52, recomendada para o Estado do Rio Grande do Sul (1).

O plantio foi levado a efeito a 2 de julho de 1971, com um espaçamento de 0,20 m entre linhas, consumindo 120 kg de sementes por hectare. A emergência foi observada 5 dias a pós o plantio.

(1) Anuário Estatístico do Trigo. Safra 70/71.

Diagrama de uma parcela experimental



Escala 1:20

Para combater um intenso ataque de pulgões usaram-se os inseticidas metassistox e rodiatox, na época do perfilhamento. Após o plantio fez-se a aplicação do herbicida Bihedonal.

Na cultura houve um intenso ataque de giberella que prejudicou consideravelmente a produção. Na literatura não se encontrou referência sobre influência de doenças na absorção e distribuição de nitrogênio no trigo.

4.8. - Colheita, preparo do material e análises das amostras

4.8.1. Colheita

A colheita foi levada a efeito em 26/11/71. Houve a necessidade de se coletarem três amostras distintas em cada parcela, a saber: a primeira coletada na área hachurada em a medindo $0,30 \text{ m}^2$; a segunda coletada na área hachurada em b, medindo $0,30 \text{ m}^2$ e a terceira amostra foi composta do restante da parcela, tendo sido desprezado $0,25 \text{ m}$ em cada extremidade e as duas linhas laterais, consideradas bordaduras (veja-se Diagrama da parcela experimental).

Quando a palha e os grãos secaram, procedeu-se às pesagens das três amostras de cada parcela. Da soma dos pesos totais de palha e grãos produzidos em uma área de $2,10 \text{ m}^2$, após a debulha e pesagem dos grãos, calculou-se a produção da palha.

4.8.2. Preparo do material para análise

Para as determinações analíticas, a palha e os grãos de trigo foram moídos em separado em micro moinho Willey, pe-

neira nº 20, com a finalidade de se determinar: a) porcentagem de nitrogênio total na palha e no grão, determinada em uma amostra composta de toda a parcela; b) a porcentagem do nitrogênio total do grão de trigo proveniente dos fertilizantes aplicados no plantio, determinada na amostra da área a de cada parcela; c) a porcentagem do nitrogênio total do grão de trigo proveniente dos fertilizantes aplicados no perfilhamento, determinada na amostra da área b de cada parcela; d) a porcentagem do nitrogênio total da palha proveniente do fertilizante aplicado no plantio e em cobertura. Para esta análise reuniram-se todas as amostras da área b de cada tratamento e todas as amostras da área a. Fez-se apenas uma determinação..

4.8.3. Análises das amostras

As determinações de nitrogênio total na palha e no grão foram feitas em micro-Kjeldahl, usando-se 100 mg do material, e destilação com NaOH (BREMNER, 1965).

O ^{15}N foi analisado pelo espectrômetro de massa Hitachi RMU-60 em Viena, Áustria, no Laboratório de Seibersdorf, para cálculo da porcentagem do nitrogênio total na palha e no grão proveniente dos fertilizantes. O preparo do material para análise de ^{15}N no espectrômetro de massa foi feito seguindo-se o método de Dumas, descrito por RENNIE (1968). Para tanto, uma amostra representativa do material foi colocada, juntamente com CuO e CaO , em pequenos frascos, que foram submetidos a vácuo e aquecidos a 600°C por 3 horas, tempo este suficiente para converter todo o nitrogênio da amostra em nitrogênio gasoso. A relação $^{14}\text{N}/^{15}\text{N}$ foi medida no espectrômetro

de massa. A fórmula que segue permite calcular a abundância isotópica.

$$\frac{100}{2R + 1}$$

R é a relação da intensidade entre os picos $\frac{^{14}\text{N } ^{14}\text{N}}{^{14}\text{N } ^{15}\text{N}}$

A porcentagem de átomos de ^{15}N em excesso foi calculada subtraindo-se o valor da abundância normal de ^{15}N no adubo comum (0,366%) da porcentagem de ^{15}N obtida na amostra. Os detalhes do método de Dumas podem ser encontrados também em TRIVELIN & outros (1973).

A partir dos pesos em kg/ha de palha e grãos e das porcentagens de nitrogênio total na palha e grãos, calcularam-se as quantidades de nitrogênio total contidas na palha e grãos.

Calcularam a seguir as quantidades em kg/ha de nitrogênio da palha e dos grãos de trigo provenientes dos fertilizantes aplicados no plantio e no perfilhamento.

A fórmula básica empregada é a seguinte:

$$\% \text{NPPF} = \frac{\% \text{ de átomos de } ^{15}\text{N} \text{ em excesso}}{\% \text{ de átomos de } ^{15}\text{N} \text{ em excesso no fertilizante}}$$

%NPPF é a porcentagem de nitrogênio da palha ou do grão proveniente do fertilizante aplicado no plantio ou em cobertura

$$\text{kg/ha NPPF} = \frac{\% \text{ NPPF} \times \text{total de N na planta em kg/ha}}{100}$$

100

As quantidades de nitrogênio em kg/ha provenientes dos 120 kg N/ha aplicadas foram obtidas pela soma das quantidades provenientes do adubo aplicado no plantio e cobertura.

Foram calculadas também as porcentagens de aproveitamento

mento das fontes de nitrogênio pela palha e grão, aplicadas no plantio, no perfilhamento e total.

A fórmula empregada foi a seguinte:

$$\% \text{NFU} = \frac{\text{kg/ha NPPF}}{\text{quantidade aplicada}} \times 100$$

NFU é porcentagem de aproveitamento das fontes de nitrogênio

4.9. - Análise Estatística

As análises de variância foram feitas conforme PIMENTEL GOMES (1970), e as provas de significância através do teste F, ao nível de 5% de probabilidade. O esquema da análise de variância foi o seguinte:

Causas de variação	G.L.
Fontes de N (F)	2
Métodos (M)	1
F x M	2
(tratamentos)	(5)
Blocos	4
Resíduo	20
Total	29

5 - RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados do trabalho estão apresentados em Tabelas que contêm as médias correspondentes a 15, 10 e 5 repetições, para modos de aplicação dos fertilizantes nitrogenados, fontes de nitrogênio e interação entre esses dois fatores de variação, respectivamente. Deve-se lembrar que os resultados de nitrogênio na palha foram obtidos pela análise de uma porção da amostra composta das 5 repetições. Nas mesmas Tabelas relatam-se ainda os valores de F e os coeficientes de variação obtidos.

Em Histogramas encontram-se as médias de 15 e 10 repetições para fontes de nitrogênio e modos de aplicação dos fertilizantes, respectivamente.

5.1. - Produção em kg/ha de palha e grãos de trigo

As médias referentes à produção de palha e grãos de trigo encontram-se na Tabela I e Histograma 1.

Pode-se observar pela análise estatística, que na produção de palha e grãos de trigo não houve efeito significativo das fontes de nitrogênio. Este resultado está de acordo com os obtidos por ARVIZU & LAIRD (1959/1960), PUENTE B. & outros (1963/1964), AVRAM (1970) e LIMA & NEPTUNE (1971), que também não encontraram diferenças significativas na produção de palha e grãos de trigo, quando utilizaram o nitrato de amônio, uréia e sulfato de amônio. Concordam também com HATFIELD (1969) e MURAOKA (1973) que não encontraram diferenças significativas entre o nitrato de amônio e uréia.

HERNANDO & outros (1962), MISSÃO AGRÍCOLA ALEMÃ (1969) e PATELLA (1969) obtiveram para a uréia e o sulfato de amônio produções estatisticamente iguais.

DEVINE & HOLMES (1964a e 1964b) obtiveram também resultados semelhantes ao presente trabalho, pois não encontraram diferenças estatísticas na produção de palha e trigo em grãos devidas às diferentes fontes de nitrogênio.

Muito embora os dados obtidos concordem com a maioria dos trabalhos consultados, no tocante à semelhança das fontes de nitrogênio na produção de palha e trigo em grãos, nota-se que a produção de grãos está muito aquém da produção média do Estado do Rio Grande do Sul, que foi de 1.077 kg/ha na safra de 1970/1971. (1).

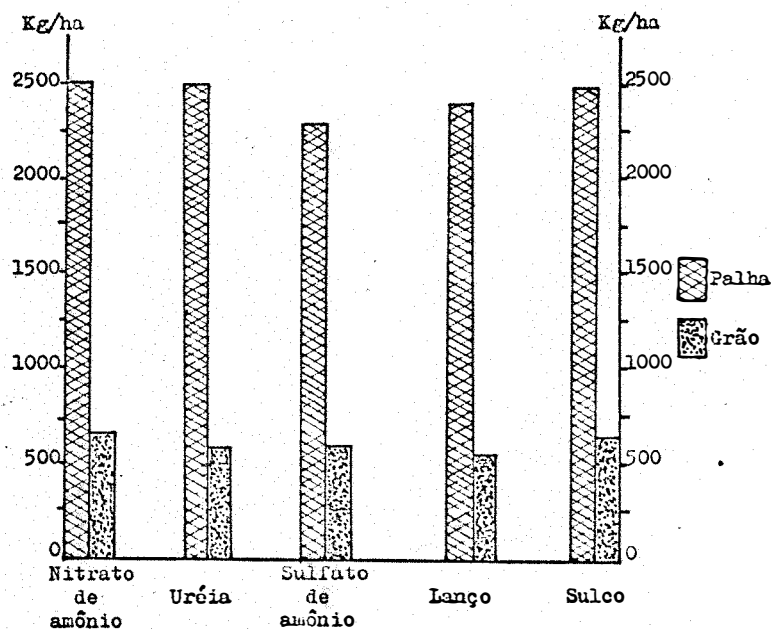
(1) - Anuário Estatístico do trigo - Safra 1970/1971

Tabela I. Produção de palha e grãos de trigo (kg/ha).

Fontes de nitrogênio	Modos de aplicação das fontes de nitrogênio				Médias de fontes de nitrogênio	
	à lanço no plantio e em cobertura no perfilhamento		no sulco no plantio e em cobertura no perfilhamento		Palha	Grão
	Palha	Grão	Palha	Grão		
Nitrato de amônio	2.312,7	598,8	2.657,0	681,4	2.484,8	640,1
Uréia	2.471,4	518,2	2.518,6	630,9	2.485,0	574,6
Sulfato de amônio	2.378,6	561,7	2.183,0	620,0	2.280,8	590,9
Médias de modos de aplicação	2.387,5	559,6	2.452,9	644,1	2.420,2	601,9

Análise Estatística

Causas de variação	Valores de F	
	Palha	Grão
Fontes de nitrogênio (F)	1,75	0,7430
Modos de aplicação (M)	0,3842	4,23
Interação FM	2,17	1,09
Coefficientes de variação (%)	11,9	18,7



Histograma 1. Produção de palha e grãos de trigo (kg/ha).

Dois motivos principais devem ter concorrido decisivamente para que a produção fosse baixa.

Um deles foi a ocorrência generalizada de giberella, moléstia causada por diversas espécies de Fusarium. A infecção ocorre na inflorescência, de onde se alastra pelas espigas; as flores atacadas não produzem grãos. Posteriormente, grande número de sementes ficam mofadas, mal granadas e enrugadas, decrescendo consideravelmente o seu peso hectolítrico (veja-se BAYMA, 1960).

O outro motivo, e o mais importante foi porque as condições de umidade foram adversas para a produção de trigo em grãos, pois houve déficit de água no solo num período que antecede a emissão dos pendões florais, denominado emborrachamento. Este fato pode ser comprovado pelo balanço hídrico, que aparece na figura 1.

BAYMA (1960) define o emborrachamento como o engrossamento do colmo, ocasionado pelo crescimento da espiga no interior da bainha da folha superior. Esta fase começa três semanas antes da saída das espiguetas, numa rapidez que corre por conta dos segredos da vida vegetal, e que culmina com a formação definitiva da espiga, cujo esboço existe desde a fase da germinação.

Verifica-se que a relação palha/grão é alta no experimento presente, pois, enquanto a média geral está em torno de 2, obteve-se neste ensaio o valor 5. Tal valor se deve à baixa produção de grãos, já que a produção de palha foi normal, cuja média foi de 2,42 t/ha. Por este fato, supõe-se que o ponto crítico está na fase de formação dos grãos, ocasião em que quase toda a palha já deve ter sido formada; nes-

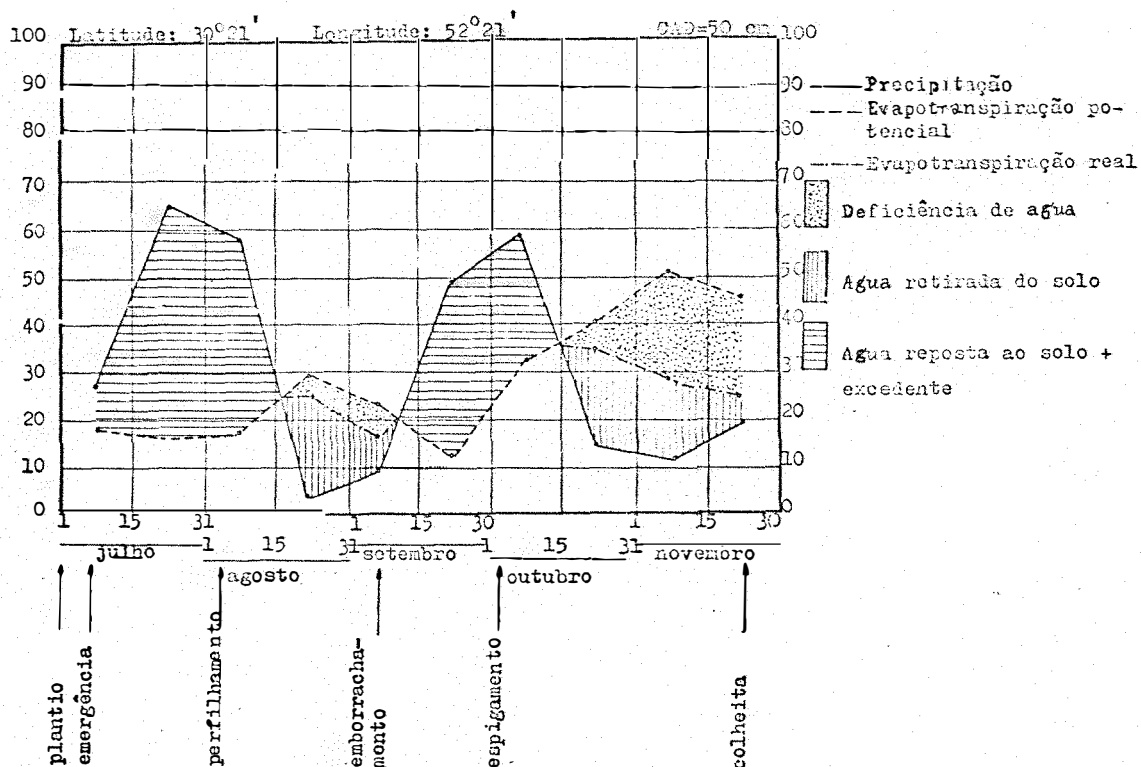


Figura 1. Balanço hídrico do local do experimento, segundo Thornthwaite & Mather, 1955 (calculado de acordo com VILLA NOVA & outros, 1968).

ta fase de desenvolvimento o metabolismo é intenso e acentuadamente influenciado pelas condições de umidade do solo (HENCKEL, 1964).

SLATYER (1969) revisou os trabalhos que estudam os efeitos do déficit de água sobre o crescimento e desenvolvimento das plantas, e mais especificamente sobre a formação dos grãos de cereais e produção, concluindo que há três estágios bastante importantes nesse processo. O primeiro é o período que vai do início da floração ao desenvolvimento da inflorescência, quando o número potencial de grãos é determinado; o

segundo é no período da antese e fertilização, quando o grau deste potencial a ser realizado é fixado; o terceiro é quando da formação dos grãos, ocasião em que o peso dos mesmos aumenta progressivamente.

Como o rendimento do trigo está relacionado com o número de espigas por superfície, número de grãos por espiga e peso dos grãos (Laude, 1938; McNeal & Davis, 1954; citados por VOLKE H. & INOSTROZA V., 1967), se não houver as condições necessárias nas três fases de formação dos grãos citadas por SLATYER (1969), a produção será prejudicada. QUISSEMBERRY (1928) concluiu que o número de espigas por superfície é um dos fatores mais determinantes do rendimento, o que foi também confirmado por VOLKE H. & INOSTROZA V. (1967), seguindo em importância o número de grãos por espiga, e em último lugar o peso dos grãos.

Ainda que a planta tenha uma capacidade genética quantitativa para cada uma das características citadas, as condições do ambiente estarão determinando a magnitude com que esta capacidade se manifesta (VOLKE H. & INOSTROZA V., 1967).

Dentre as condições do ambiente que podem modificar a atividade fisiológica da planta, e assim afetar qualquer das fases de formação dos grãos descritas por SLATYER (1969) e, conseqüentemente, afetar a produção, está a umidade do solo. ROBIN & DOMINGO (1962) citam que o déficit de água na fase do emborrachamento não tem influência no número de colmos, mas reduz de maneira apreciável o número de espigas por área e o número de grãos por espiga. Entretanto KRAMER (1969), comentando a revisão de SLATYER (1969), concluiu que, apesar dos 50 anos de pesquisas, não se conhece bem o mecanismo pelo qual

o déficit de água reduz o crescimento e a produção das plantas. KAUL (1969) afirma que as discussões se concentram em aspectos hipotéticos e, entre os poucos efeitos conhecidos do déficit de água sobre o metabolismo, não se pode distinguir os efeitos primários dos secundários.

Sabe-se que é necessário uma distribuição regular das chuvas durante o ciclo vegetativo e reprodutivo do trigo, para que se obtenha uma boa produção de grãos. Esse fato foi sobejamente demonstrado por vários pesquisadores. Assim, Cole (1938), citado por FERNANDEZ G. & LAIRD (1958) deu a conhecer os resultados de 30 anos de pesquisas em várias estações experimentais dos Estados Unidos, as quais mostram a existência de correlação positiva entre a precipitação anual e o rendimento do trigo. O mesmo pesquisador chegou à conclusão de que os rendimentos foram prejudicados quando grande parte das chuvas se dava no início da cultura, ou quando uma prolongada seca coincidia com a época de formação dos grãos, depois de um excesso de chuva durante os primeiros meses da cultura. LOCKE & MATTHEWS (1953), FERNANDEZ G. & LAIRD (1957/1958), ARMY & outros (1959), ECK & TUCKER (1968), ARMY & HANSON (1960), verificaram através de vários ensaios que a produção de trigo é dependente da precipitação anual.

Por outro lado Schneider & outros (1969), citado por SHIPLEY & REGIER (1971), encontraram que a unidade do solo na época do perfilhamento até o início da formação dos grãos de trigo é o mais importante fator que influencia a produção. O mesmo fato foi comprovado por SHIPLEY & REGIER (1971). Coincidentemente este foi o período em que faltou água no presente ensaio.

Com relação aos modos de aplicação das fontes de nitrogênio, os resultados foram iguais estatisticamente, mas é de se notar que a produção de grãos, quando as fontes foram aplicadas no sulco por ocasião do plantio, foi cerca de 15% maior quando comparadas com a aplicação na mesma época. Na produção de palha não foi tão marcante esta diferença, sendo apenas de 3%.

SINHA (1972b), que também comparou esses dois modos de distribuição de adubos nitrogenados sob dois diferentes regimes de água, não encontrou diferenças significativas entre os mesmos na produção de palha e grãos de trigo.

A interação entre os modos de aplicação e fontes de nitrogênio não foi estatisticamente significativa, o que mostra que nas condições em que foi realizado o experimento, a ação desses dois fatores é independente.

5.2. - Porcentagem de nitrogênio total na palha e nos grãos de trigo

Os dados referentes à porcentagem de nitrogênio total na palha e grãos são apresentadas na Tabela II e Histograma 2.

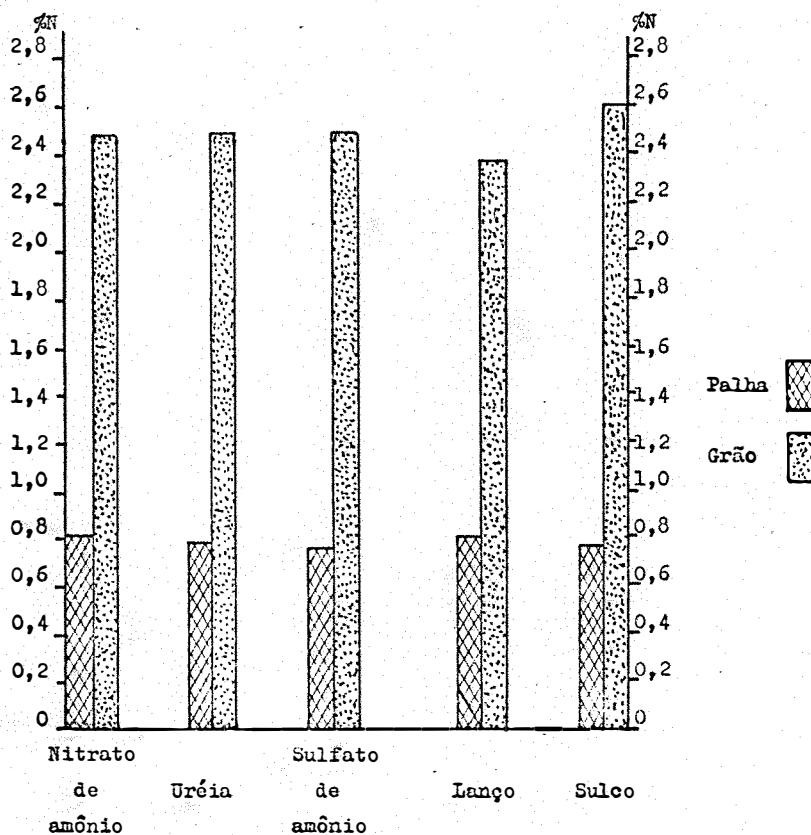
Verifica-se que as fontes de nitrogênio não influíram na porcentagem de nitrogênio total na palha e nos grãos de trigo. De uma maneira geral, as porcentagens de nitrogênio total no grão são aproximadamente três vezes maiores do que na palha. Isto porque a maior quantidade de material protéico por unidade de peso, do qual o nitrogênio é componente, é acumulado nos grãos de trigo.

Na Tabela III encontram-se as porcentagens de nitrogê-

Tabela II. Porcentagem de nitrogênio na palha e no trigo em grãos.

Fontes de nitrogênio	Modos de aplicação das fontes de nitrogênio						Médias de fontes de nitrogênio	
	à lanço no plantio e em cobertura no perfilhamento		no sulco no plantio e em cobertura no perfilhamento		Palha	Grão	Palha	Grão
	Palha	Grão	Palha	Grão				
Nitrato de amônio	0,88	2,29	0,75	2,26	0,81	2,48	0,81	2,48
Uréia	0,81	2,37	0,79	2,64	0,80	2,51	0,80	2,51
Sulfato de amônio	0,78	2,48	0,78	2,50	0,78	2,49	0,78	2,49
Médias de modos de aplicação	0,82	2,38	0,77	2,60	0,80	2,50	0,80	2,50

Análise Estatística (dados transformados em $\arcsen\sqrt{\%}$)		
Causas de Variação	Valores de F	
	Palha	Grão
Fontes de nitrogênio (F)	0,4086	0,0374
Modos de aplicação (M)	3,22	2,11
Interação FM	1,63	0,4240
Coefficientes de variação (%)	5,16	7,87



Histograma 2. Porcentagem de nitrogênio na palha e no trigo em grãos.

nio na palha e nos grãos encontradas por diferentes autores, em variedades diferentes e utilizando diferentes fontes de nitrogênio.

Tabela III. Porcentagem de nitrogênio na palha e no trigo em grãos determinada por diferentes autores.

Quantidade aplicada e época de aplicação	Fonte de <u>ni</u> trogênio	Porcentagem de <u>ni</u> trogênio		Autor
		Palha	Grão	
60 Kg de N/ha no plantio e 60 Kg de N/ha em cobertura no perfilhamento	NaNO ₃	0,27	1,53	"
		0,60	2,54	ÜLGEN & outros (1970) HAMID (1968/69)
	(NH ₄) ₂ SO ₄	0,24	1,50	"
		0,58	2,49	ÜLGEN & outros (1970) HAMID (1968/69)
		0,33	2,26	SINHA (1972b)
		0,78	2,49	Presente ensaio
	NH ₄ NO ₃	0,31	1,48	HAMISSA & outros (1972)
		0,37	2,11	SINHA (1972a)
		0,38	2,28	SINHA (1972b)
		1,09	2,32	MURAOKA (1973)
		0,81	2,48	Presente ensaio
	(NH ₂) ₂ CO	0,29	1,48	HAMISSA & outros (1972)
0,36		2,07	SINHA (1972a)	
0,93		2,57	MURAOKA (1973)	
0,80		2,51	Presente ensaio	

Verifica-se pela Tabela III que as porcentagens de nitrogênio variaram de 0,24% (ÜLGEN & outros, 1970), até 1,09% (MURAOKA, 1973). As porcentagens de nitrogênio na palha no presente experimento mostraram em média o valor de 0,80%. Para o caso do trigo em grãos as porcentagens de nitrogênio encontradas pelos diferentes autores variaram de 1,48% (HAMISSA & outros, 1972) a 2,57% (MURAOKA, 1973), e no presente ensaio obteve-se média de 2,49%.

Apesar de haver certa variação nos resultados entre os autores, todos eles são unânimes em afirmar que as fontes de nitrogênio, quando comparadas entre si, não causam diferenças significativas na porcentagem de nitrogênio na palha e nos grãos de trigo, (vejam-se HAMID, 1968/1969; ÜLGEN & outros, 1970; EID & outros, 1970; HAMISSA & outros, 1972; SINHA,

1972a; e MURAOKA, 1973). Outros autores, como BEECH & outros (1968) e PSHENICHNYI & TIBIR'KOVA (1971), também chegaram ao mesmo resultado obtido no presente ensaio.

Os modos de aplicação dos fertilizantes também não influíram significativamente, muito embora se verifique que a maior porcentagem de nitrogênio total na palha foi obtida quando as diferentes fontes de nitrogênio foram aplicadas a lanço por ocasião do plantio. O inverso foi encontrado para o caso dos grãos de trigo.

SINHA (1972b) também não encontrou diferenças significativas na porcentagem de nitrogênio na palha e nos grãos de trigo devido aos modos de aplicação dos adubos nitrogenados.

Também não houve significância da interação entre as fontes e os modos de aplicação sobre a porcentagem de nitrogênio.

5.3. - Quantidade de nitrogênio total na palha e nos grãos de trigo

A partir das porcentagens de nitrogênio total e das produções pode-se calcular as quantidades de nitrogênio total na palha e grãos de trigo. Essas quantidades estão na Tabela IV e Histograma 3.

A seguir, na Tabela V, aparecem as quantidades de nitrogênio na palha e no trigo em grãos determinadas por diferentes autores.

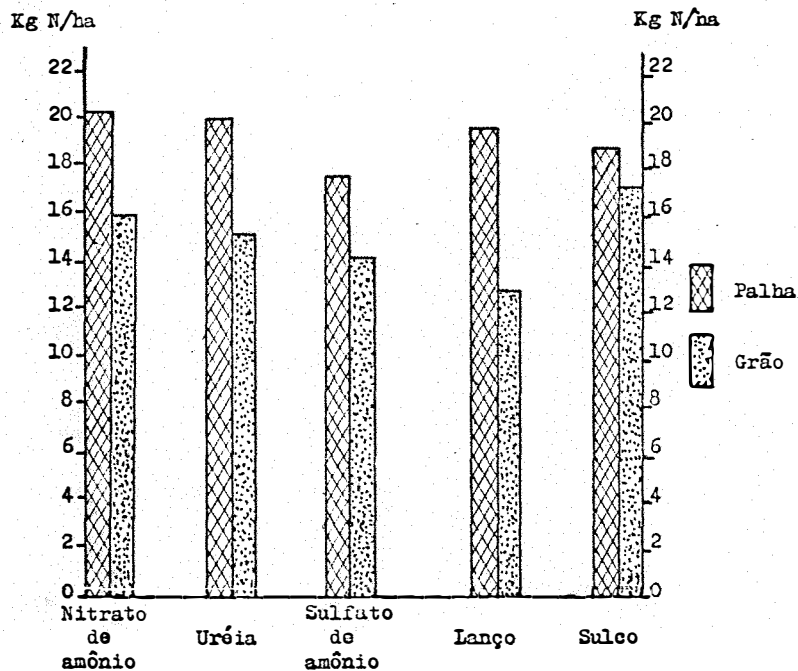
Pode-se verificar pela Tabela V que os resultados fornecidos pelos diferentes autores para as quantidades de nitrogênio na palha variaram de 16,6 kg/ha (ÜLGEN & outros 1970)

Tabela IV. Quantidade de nitrogênio total na palha e grão de trigo (kg N/ha).

Fontes de nitrogênio	Modos de aplicação das fontes de nitrogênio				Médias de fontes de nitrogênio	
	à lanço no plantio e em cobertura no perfilhamento		no sulco no plantio e em cobertura no perfilhamento		Palha	Grão
	Palha	Grão	Palha	Grão		
Nitrato de amônio	20,3	13,7	20,0	18,6	20,2	15,9
Uréia	20,1	11,2	19,9	18,9	20,0	15,1
Sulfato de amônio	18,6	13,6	16,8	14,9	17,7	14,2
Médias de modos de aplicação	19,7	12,9	18,9	17,3	19,3	15,1

Causas de variação	Análise Estatística	
	Valores de F	
	Palha	Grão
Fontes de nitrogênio (F)	1,92	0,3851
Modos de aplicação (M)	0,4686	8,31*
Interação FxM	0,1946	1,65
	16,4	27,7

* Estatisticamente significativo ao nível de 5%



Histograma 3. Quantidade de nitrogênio total na palha e grão de trigo (kg N/ha).

a 35,6 kg/ha (HAMISSA & outros, 1972), e a encontrada no presente ensaio foi de 19,3 kg de N/ha. Isso mostra que a absorção de nitrogênio para formar a palha está dentro da média encontrada pelos diferentes autores.

Tabela V. Quantidade de nitrogênio total na palha e grãos de trigo, determinadas por diferentes autores.

Quantidade aplicada e época de aplicação	Fonte de nitrogênio	Quantidade de nitrogênio (Kg/ha)			Autor
		Palha	Grão	Planta	
60 Kg de N/ha no plantio e 60 Kg de N/ha em cobertura no perfilhamento	NaNO ₃	16,6	63,2	79,8	ÜLGEN & outros (1970)
				115,0	EID & outros (1970)
		19,2	44,9	64,1	HAMID (1968/69)
	(NH ₄) ₂ SO ₄	16,7	61,1	77,8	ÜLGEN & outros (1970)
		23,3	55,1	78,4	HAMID (1968/69)
				117,0	EID & outros (1970)
		18,1	98,8	116,9	SINHA (1972b)
	NH ₄ NO ₃	17,7	14,2	31,9	Presente ensaio
		35,6	86,4	121,9	HAMISSA & outros (1972)
				128,8	SINHA (1972a)
		20,4	90,0	110,4	SINHA (1972b)
		25,9	27,9	53,8	MURAOKA (1973)
	(NH ₂) ₂ CO	20,2	15,9	36,1	Presente ensaio
		33,8	87,8	121,6	HAMISSA & outros (1972)
				122,7	SINHA (1972a)
		24,7	33,2	57,9	MURAOKA (1973)
		20,0	15,1	35,1	Presente ensaio

Entretanto as quantidades de nitrogênio total nos grãos de trigo, determinadas neste ensaio (15,1 kg N/ha), estão bem abaixo da média encontrada pelos diferentes autores, uma vez que a amplitude de variação foi de 27,9 kg/ha (MURAOKA, 1973) a 98,8 kg/ha (SINHA, 1972b). O fato se explica por que a quantidade de nitrogênio foi dependente principalmente da produção, já que a porcentagem de nitrogênio é pouco variável. Como a produção de grãos foi pequena, a quantidade de nitrogênio absorvido por unidade de área foi também reduzida.

Sabe-se que a absorção do nitrogênio está na dependência da quantidade de água disponível no solo, como mostram

FERNANDEZ G. & LAIRD (1958 e 1958/1959), SÁ (1966) e GUREVICH & BORONIN (1969). Segundo NERSON & KARCHI (1972) a quantidade de nitrogênio absorvido pelo trigo está correlacionada com o nível de umidade do solo..

Por outro lado é o nitrogênio aplicado na época do perfilhamento que contribui com grande porcentagem do nitrogênio para a formação dos grãos, como salientam HAMID (1968/1969) ÜLGEN & outros (1970), NEPTUNE & PATELLA (1970), HAMISSA & outros (1972), SINHA (1972a e 1972b). No presente ensaio o déficit de água no solo ocorreu num período de 20 dias entre o perfilhamento e o florescimento, fato que deve ter prejudicado consideravelmente a absorção de nitrogênio.

Analisando os resultados obtidos pelos diferentes autores citados na Tabela V, verifica-se que as fontes de nitrogênio não influíram significativamente na quantidade de nitrogênio absorvido. Os resultados do presente ensaio comprovam essa afirmativa, apesar de terem sido obtidos em condições adversas para a absorção de nitrogênio.

Pela análise estatística contida na Tabela IV verifica-se que os modos de aplicação dos adubos no plantio não exerceram influência significativa sobre a quantidade de nitrogênio total na palha. Este resultado concorda com os dados apresentados por SINHA (1972a).

Entretanto, no presente ensaio, os modos de aplicação exerceram influência significativa estatisticamente para a quantidade de nitrogênio total no grão. Quando o nitrogênio foi aplicado no sulco mostrou maiores valores para as quantidades de nitrogênio no grão, comparando-se com a aplicação a lanço. É interessante notar que os modos de aplicação não in

fluíram significativamente na quantidade de nitrogênio total na palha, mas causaram efeito significativo na quantidade total nos grãos de trigo.

5.4. - Porcentagem de nitrogênio na palha e no trigo em grãos proveniente dos fertilizantes nitrogenados

As médias das porcentagens de nitrogênio da palha e dos grãos provenientes dos fertilizantes nitrogenados aplicados no plantio e em cobertura no perfilhamento, encontram-se na Tabela VI e Histograma 4.

Verifica-se pelos resultados que, em média, cerca de 50% do nitrogênio da palha e dos grãos de trigo são provenientes do fertilizante, e o restante proveniente do solo. Da porcentagem de nitrogênio na palha e nos grãos a metade é proveniente do fertilizante aplicado no plantio e a outra metade é proveniente do fertilizante aplicado no perfilhamento, em cobertura. Nota-se, portanto, que tanto o fertilizante aplicado no plantio como o aplicado em cobertura concorrem em porcentagem igual para a formação da palha e dos grãos de trigo.

Pela análise estatística da Tabela VI, conclui-se que as fontes de nitrogênio não influíram significativamente na porcentagem de nitrogênio da palha e grãos de trigo, proveniente do fertilizante. HAMID (1968/1969), ÜLGEN & outros (1970), HAMISSA & outros (1972), SINHA (1972a e 1972b) e MURAOKA (1973) confirmam este resultado.

Com o intuito de comparação, podem ser vistos na Tabela VII, os dados obtidos por diferentes autores.

Analisando os resultados da Tabela VII, verifica-se que, tanto para a palha (exceção feita em HAMISSA & outros, 1972)

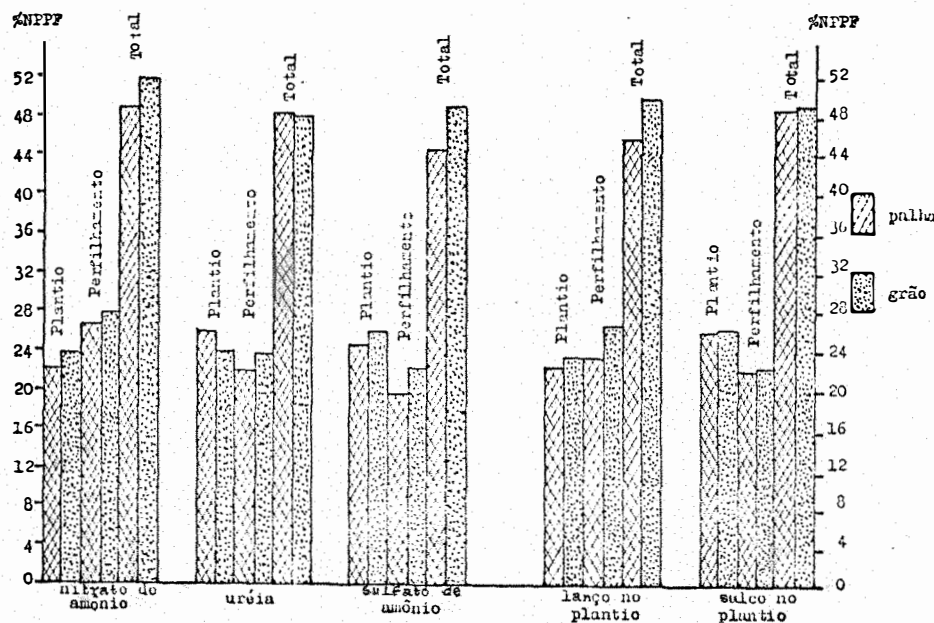
Tabela VI. Porcentagem de nitrogênio da palha e do grão de trigo proveniente das fontes de nitrogênio.

Fontes de Nitrogênio	Módos de aplicação das fontes de nitrogênio						Médias de fontes de nitrogênio											
	a lança no plantio e em cobertura no perfilhamento.			no sulco no plantio e em cobertura no perfilhamento.														
	Plantio		Perfilhamento	Plantio		Perfilhamento	Plantio		Perfilhamento	Total								
	Palha	Grão	Palha	Grão	Palha	Grão	Palha	Grão	Palha	Grão								
Nitrato de amônio	21,4	22,6	29,2	31,9	50,6	54,5	23,5	25,6	24,2	23,8	47,7	49,4	22,5	24,1	26,7	27,9	49,2	52,0
Uréia	25,0	22,4	23,1	25,9	48,1	48,3	27,1	26,1	21,4	21,8	40,6	47,9	26,1	24,2	22,3	23,9	46,4	48,1
Sulfato de amônio	21,6	24,2	18,0	22,9	39,6	47,1	27,8	23,2	21,6	22,0	49,4	50,2	24,7	26,2	19,8	22,5	44,5	43,7
Médias dos módos de aplicação	22,7	23,1	23,4	26,9	46,1	50,0	26,3	26,6	22,4	22,6	48,7	49,2	24,4	24,8	22,9	24,8	47,4	49,6

Análise Estatística

Causas de variação	valores de F (grão)		
	Plantio	Perfilhamento	Total
Fontes de Nitrogênio (F)	1,21	2,38	1,08
Módos de aplicação (M)	8,42*	4,31	0,1234
Interação F x M	0,0533	0,9824	1,05
Coefficientes de variação (%)	13,5	23,3	12,7

*Estatisticamente significativo ao nível de 5%.



Histograma 4. Porcentagem de nitrogênio da palha e do grão de trigo proveniente das fontes de nitrogênio.

como para o grão, o adubo aplicado no plantio e no perfilhamento concorre com igual porcentagem para formar o material nitrogenado. Nota-se, portanto, que em média 50% do nitrogênio da palha e do grão são provenientes do fertilizante aplicado, sendo que a metade é proveniente do adubo aplicado no plantio, e a outra metade é proveniente do adubo aplicado em cobertura, na época do perfilhamento. Esses resultados confirmam os obtidos no presente ensaio.

Quanto ao modo de aplicação dos adubos, nota-se pela análise estatística que houve um efeito significativo estatisticamente na porcentagem de nitrogênio proveniente do fertilizante aplicado no plantio.

Tabela VII. Porcentagem de nitrogênio proveniente do fertilizante determinada por diferentes autores.

Quantidade aplicada e época de aplicação	Fontes de nitrogênio ^{15}N	Porcentagens de nitrogênio proveniente do fertilizante						Autor
		Palha			Grão			
		Plan- tio	Ferfi- lhamen- to	Total	Plan- tio	Ferfi- lhamen- to	Total	
60 Kg de ^{15}N /ha aplicado no plantio e 60 Kg de ^{15}N /ha aplicado no perfilhamento	NH_4NO_3	29,2	24,3	53,0	25,4	28,3	53,6	MURACKA (1973)
		24,2	17,5	41,7	21,4	24,2	45,6	SINHA (1972b)
		27,6	21,5	49,1	22,0	22,6	44,6	SINHA (1972a)
		7,0	9,9	16,9	14,4	26,9	41,1	HAMISSA & outros (1972)
		22,5	26,7	49,2	24,1	27,9	52,0	Presente ensaio
	$(\text{NH}_2)_2\text{CO}$	25,5	18,9	44,4	22,7	20,3	43,0	MURACKA (1973)
		19,5	16,5	35,8	17,8	24,6	42,4	SINHA (1972b)
		22,3	21,1	43,4	19,0	22,6	41,6	SINHA (1972a)
		6,0	9,7	15,7	14,5	21,4	35,9	HAMISSA & outros (1972)
		26,1	22,3	48,4	24,2	23,9	48,1	Presente ensaio
$(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$	21,4	17,0	38,4	18,9	24,1	43,0	SINHA (1972b)	
	24,7	19,8	44,5	26,2	22,5	48,7	Presente ensaio	
60 Kg de ^{15}N /ha aplicado no plantio	$(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$	21,4			21,5			HAMID (1968/69)
		4,3			23,5			ULGEN & outros (1970)
	NaNO_3	26,0			22,7			HAMID (1968/69)
		4,2			22,0			ULGEN & outros (1970)

Nota-se pela Tabela VI que, no plantio, os modos de aplicação mantiveram diferenças significativas na porcentagem de nitrogênio no grão proveniente do fertilizante, sendo que se obteve maior porcentagem quando o adubo foi aplicado no sulco. Apesar de no perfilhamento, ter-se aplicado o adubo nitrogenado a lanço, identicamente para todas as parcelas, o valor de $F(4,31)$ está bem próximo da significância (F tabela = 4,34), sendo que se obteve maior porcentagem de nitrogênio no grão proveniente do fertilizante, nas amostras que tinham recebido no plantio, o adubo a lanço.

Tal fato indica que o modo de distribuição do fertilizante no plantio pode ter influência no aproveitamento daquele aplicado em cobertura. No presente caso, talvez possa ser explicado porque o trigo, tendo encontrado dificuldade de absorver o nitrogênio, que foi aplicado a lanço e incorporado na época do plantio, por estar disperso no solo, teve que desenvolver um sistema radicular mais amplo, e com a aplicação do restante do adubo, na época do perfilhamento, que também foi a lanço para todos os tratamentos, possuía melhores condições de absorção do mesmo. Havendo esta compensação, a porcentagem de nitrogênio na palha e no grão proveniente do fertilizante, foi praticamente igual no final do ciclo vegetativo da cultura.

5.5. - Quantidades do nitrogênio da palha e do grão de trigo proveniente das fontes de nitrogênio

As quantidades de nitrogênio da palha e dos grãos de trigo, provenientes das fontes de nitrogênio aplicadas no

plantio e no perfilhamento, encontram-se na Tabela VIII e Histograma 5.

Em média, verifica-se que na palha encontrou-se 9,1 kg N/ha, sendo este proveniente nas quantidades de 4,7kg N/ha do adubo aplicado no plantio e 4,4 kg de N/ha do adubo aplicado em cobertura.

Na Tabela IX, apresentam-se as quantidades de nitrogênio proveniente do fertilizante, determinadas por vários autores, em trabalhos semelhantes.

Através desses valores, nota-se que as quantidades de nitrogênio da palha proveniente do fertilizante aplicado no plantio, variaram de 2,5 kg/ha (ÜLGEN & outros, 1970), a 7,0 kg/ha (HAMISSA & outros, 1972) e proveniente do fertilizante aplicado na época do perfilhamento variaram de 3,1 kg/ha (SINHA, 1972b) a 9,7 kg/ha (HAMISSA & outros, 1972).

Em média pode-se dizer que dos 10,9 kg de nitrogênio da palha, cerca da metade foi proveniente do fertilizante aplicado no plantio e metade do fertilizante aplicado em cobertura.

Embora, como já disse, faltasse água no período do emborrachamento, ocasião em que a planta já havia produzido quase a totalidade da matéria seca, a absorção foi normal, tanto que os dados obtidos neste trabalho são concordantes com aqueles obtidos pelos diferentes autores, citados na Tabela IX.

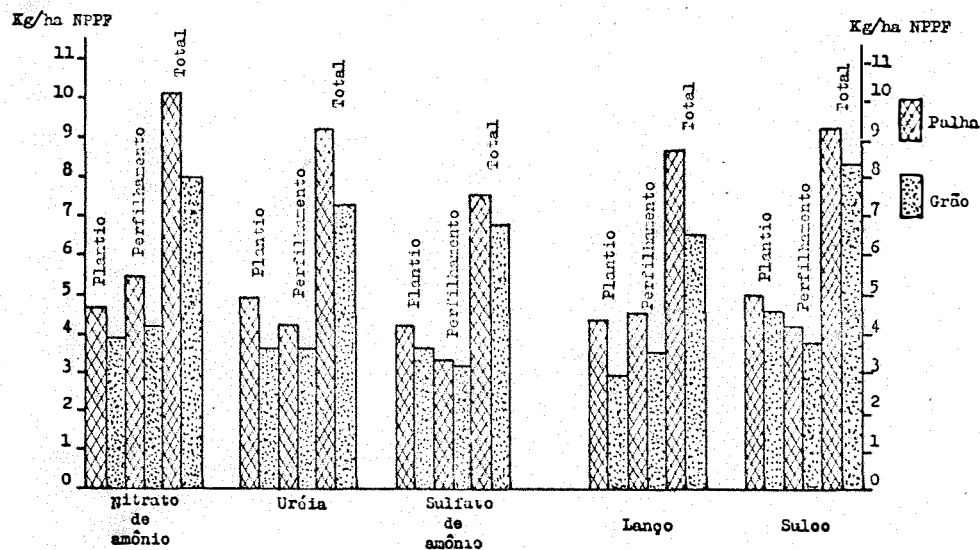
Para as quantidades de nitrogênio do trigo em grãos provenientes dos fertilizantes, comprova-se pela análise estatística, que não houve influência das fontes de nitrogênio. Em média nota-se que 7,5 kg de nitrogênio dos grãos, (cerca de

Tabela VIII. Quantidade do nitrogênio da palha e dos grãos de trigo proveniente do fertilizante.

Fontes de Nitrogênio	Modos de aplicação das fontes de nitrogênio						Médias de Fontes de nitrogênio											
	À lanço no plantio e em cobertura no perfilhamento			No sulco no plantio e em cobertura no perfilhamento			Plantio	Perfilhamento	Total									
	Plantio		Perfilhamento	Plantio		Total												
	Palha	Grão	Palha	Grão	Palha	Grão	Palha	Grão	Palha	Grão								
Nitrato de amônio	4,4	3,2	6,0	4,3	10,4	7,5	4,9	4,7	5,0	4,1	9,9	8,8	4,7	3,9	5,5	4,2	10,2	8,1
Uréia	4,9	2,5	4,5	3,2	9,4	5,7	5,3	4,9	4,1	4,2	9,4	9,1	5,1	3,7	4,3	3,7	9,4	7,4
Sulfato de amônio	3,9	3,3	3,2	3,2	7,1	6,5	4,7	4,2	3,6	3,3	8,3	7,5	4,3	3,7	3,4	3,2	7,7	6,9
Médias dos modos de aplicação	4,4	3,0	4,6	3,6	8,8	6,6	5,0	4,6	4,2	3,8	9,2	8,4	4,7	3,8	4,4	3,7	9,1	7,5

Análise Estatística

Causas de variação	Valores de F (grão)		
	Plantio	Perfilhamento	Total
Fontes de nitrogênio (F)	0,1033	1,44	0,6846
Modos de aplicação (M)	12,82*	0,3185	5,17*
Interação FxM	0,9060	0,6260	0,8105
Coefficientes de variação (%)	33,0	35,1	30,6



Histograma 5. Quantidade do nitrogênio da palha e dos grãos de trigo proveniente do fertilizante.

50% do total de nitrogênio) são provenientes das fontes aplicadas.

Tabela IX. Quantidades de nitrogênio proveniente do fertilizante determinadas por vários autores.

Quantidade aplicada e época de aplicação	Fontes de nitrogênio ^{15}N	Quantidades de nitrogênio proveniente do fertilizante (Kg/ha)						Autor
		Palha			Grão			
		Plan- tio	Perfi- lhamen- to	Total	Plan- tio	Perfi- lhamen- to	total	
60 Kg de ^{15}N /ha aplicado no plantio e 60 Kg de ^{15}N /ha aplicado no perfilhamento	NH_4NO_3	6,3	5,5	11,8	7,2	8,1	15,3	MURAOKA (1973)
		4,9	3,6	8,5	19,3	27,8	47,1	SINHA (1972b)
		6,0	4,8	10,8	24,9	26,9	51,8	SINHA (1972a)
		7,0	9,9	16,9	14,4	26,7	41,1	HAMISSA & outros (1972)
		4,7	5,5	10,8	3,9	4,2	8,1	Presente ensaio
	$(\text{NH}_2)_2\text{CO}$	6,2	4,6	10,8	7,4	6,9	14,3	MURAOKA (1973)
		3,8	3,3	7,1	14,8	20,4	35,2	SINHA (1972b)
		5,0	3,9	8,9	19,9	23,5	43,4	SINHA (1972a)
		6,0	9,7	15,7	14,5	21,4	35,9	HAMISSA & outros (1972)
		5,1	4,3	9,4	3,7	3,7	7,4	Presente ensaio
	$(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$	3,9	3,1	7,0	18,5	23,8	42,3	SINHA (1972b)
		4,3	3,4	7,7	3,7	3,2	6,9	Presente ensaio
60 Kg de ^{15}N /ha aplicado no plantio	$(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$	5,0			11,8			HAMID (1968/69)
		2,6			14,1			ULGEN & outros (1970)
	NaNO_3	5,0			10,2			HAMID (1968/69)
		2,5			13,2			ULGEN & outros (1970)

Vários autores já citados na Tabela IX em média determinaram que 36,3 kg de nitrogênio dos grãos foram provenientes do fertilizante. Este valor corresponde a 40% do nitrogênio total dos grãos de trigo, sendo que 15,7kg são provenientes do adubo aplicado no plantio e 20,6 kg são provenientes do adubo aplicado em cobertura.

No que diz respeito à porcentagem média de nitrogênio do grão, proveniente das fontes de nitrogênio, aquela encontrada pelos diferentes pesquisadores e no presente ensaio, era de 40% e 50% respectivamente. Porém, no que diz respeito à quantidade de nitrogênio no grão proveniente dos adubos é 4,5 vezes maior do que o valor encontrado no presente ensaio.

Como a quantidade de nutriente absorvido está condicionada à disponibilidade de água no solo (FERNANDEZ G. & LAIRD,

1958; SÁ, 1966; GUREVICH & BORONIN, 1969), o déficit de precipitação na fase do emborrachamento deve ter sido a causa deste marcante contraste.

Os modos de aplicação dos fertilizantes influíram significativamente na quantidade de nitrogênio do trigo em grãos proveniente do fertilizante, aplicado no plantio. Observa-se que a quantidade de nitrogênio no grão foi maior quando o nitrogênio foi aplicado no sulco, do que a lanço, na época do plantio.

A interação entre fontes de nitrogênio e modos de aplicação não foi significativa estatisticamente.

5.6. - Porcentagem de aproveitamento das fontes de nitrogênio pela palha e grãos de trigo

As porcentagens de aproveitamento das diferentes fontes de nitrogênio pela palha e grãos de trigo estão na Tabela X e Histograma 6.

Pelos valores encontrados, conclui-se que em média apenas 7,8% do nitrogênio aplicado no plantio e 7,4% do aplicado no perfilhamento fazem parte dos constituintes nitrogenados da palha. Como esses valores são praticamente iguais, há indicação de que tanto a aplicação do plantio como a aplicação do perfilhamento são igualmente absorvidas para a formação do material nitrogenado da palha.

No caso dos grãos de trigo, apenas 6,3% do nitrogênio aplicado no plantio e 6,1% do aplicado em cobertura foram aproveitados pelo trigo para formar os grãos.

Com base nesses dados pode-se dizer que a planta apro-

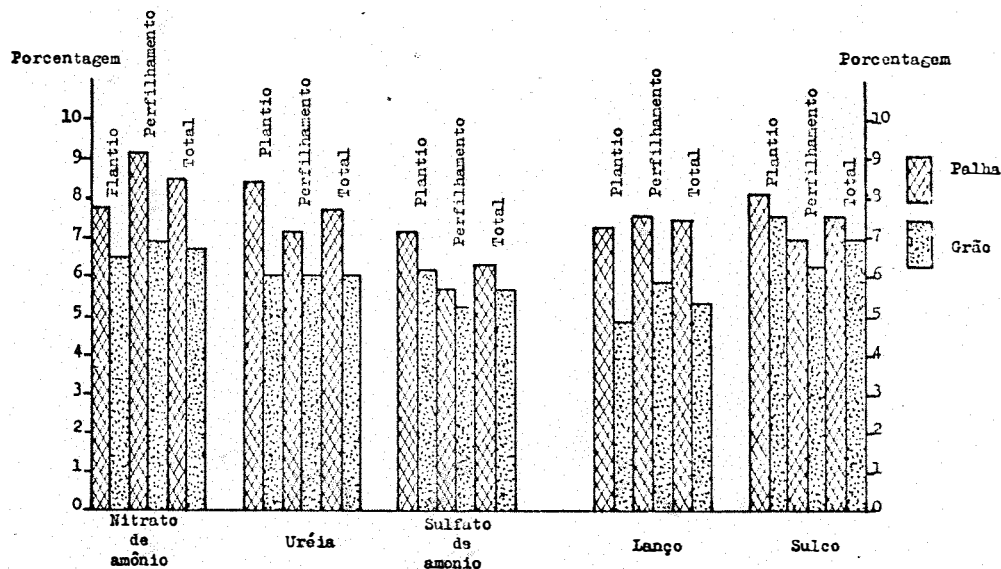
Tabela X. Porcentagem de aproveitamento das fontes de nitrogênio.

Fontes de Nitrogênio	Modos de aplicação das fontes de nitrogênio						Médias de Fontes de nitrogênio											
	à lanço no plantio e em cobertura no perfilhamento			no sulco no plantio e em cobertura no perfilhamento														
	Plantio		Perfilhamento	Plantio		Perfilhamento	Plantio		Perfilhamento	Total								
	Palha Grão	Palha Grão	Palha Grão	Palha Grão	Palha Grão	Palha Grão	Palha Grão	Palha Grão	Palha Grão									
Nitrato de amônio	7,3	5,2	10,0	7,3	8,7	6,2	8,1	7,8	8,3	6,7	8,2	7,3	7,7	6,5	9,2	6,9	8,5	6,7
Uréia	8,1	4,1	7,5	5,2	7,8	4,7	8,8	8,1	6,8	6,9	7,8	7,5	8,5	6,1	7,2	6,1	7,8	6,1
Sulfato de amônio	6,5	5,4	5,3	5,2	5,9	5,3	7,8	6,9	6,0	5,4	6,9	6,1	7,2	6,2	5,7	5,3	6,4	5,7
Médias de modos de aplicação	7,3	4,9	7,6	5,9	7,5	5,4	8,2	7,6	7,0	6,3	7,6	7,0	7,8	6,3	7,4	6,1	7,6	6,2

Análise Estatística (dados transformados em $\arcsen \sqrt{\frac{x}{k}}$)

Causas de variação	Valores de F (Grão)		
	Plantio	Perfilhamento	Total
Fontes de nitrogênio (F)	0,0904	1,48	0,6901
Modos de aplicação (M)	13,82*	0,5513	5,43*
Interação FM	1,06	0,3493	1,06
Coefficientes de variação (%)	16,4	18,4	15,7

* Estatisticamente significativo ao nível de 5%



Histograma 6. Porcentagem de aproveitamento das fontes de nitrogênio.

veitou apenas 14,1% do nitrogênio aplicado no plantio e 13,5% do nitrogênio aplicado na época do perfilhamento.

A seguir, na Tabela XI, são dadas as porcentagens de aproveitamento, encontradas por vários autores.

Calculando as médias dos diferentes autores, nota-se que 8,0% e 9,3% são aproveitados pelo trigo, do fertilizante aplicado no plantio e perfilhamento respectivamente, para formar os constituintes nitrogenados da palha. No caso dos grãos de trigo, respectivamente 26,7% e 38,7% do adubo aplicado no plantio e no perfilhamento são aproveitados para formar os constituintes nitrogenados dos grãos.

Tabela XI. Porcentagens de aproveitamento das fontes de nitrogênio, determinadas por vários autores.

Fonte de nitrogênio	Porcentagem de aproveitamento ¹⁵ N							Plantio + cobertura (120 Kg/ha)	Autor
	Nitrogênio aplicado no plantio (60 Kg/ha)			Nitrogênio aplicado em cobertura (60 Kg/ha)					
	Palha	Grão	Planta	Palha	Grão	Planta			
NH ₄ NO ₃	8,2	31,8	40,0	6,5	33,8	40,3	40,2	SINHA (1972b)	
	13,1	24,0	37,1	16,5	44,5	61,0	49,1	HAMISSA & outros (1972)	
	7,7	6,5	14,2	9,2	6,9	16,1	15,2	Presente ensaio	
(NH ₂) ₂ CO	10,0	24,1	34,1	16,1	35,8	51,9	43,0	HAMISSA & outros (1972)	
	6,6	26,1	32,7	6,4	36,8	43,2	38,0	SINHA (1972b)	
	8,5	6,1	14,6	7,2	6,1	14,3	14,3	Presente ensaio	
(NH ₄) ₂ SO ₄	6,2	30,8	37,0	5,3	35,3	40,6	38,7	SINHA (1972b)	
	8,3	33,2	41,5	6,5	39,1	45,6	43,7	SINHA (1972a)	
	4,3	23,5	27,8					ULGEN & outros (1970)	
	8,3	19,7	23,0					HAMID (1968/69)	
	7,2	6,2	13,4	5,7	5,3	11,0	12,2	Presente ensaio	
NaNO ₃	8,3	17,0	25,3					HAMID (1968/69)	
	4,2	22,0	26,2					ULGEN & outros (1970)	
	10,0	41,5	51,5	8,0	45,7	53,7	52,6	SINHA (1972a)	

Quando se comparam os dados encontrados pelos diferentes autores com aqueles determinados no presente ensaio, verifica-se que são semelhantes no que diz respeito à porcentagem de aproveitamento do nitrogênio aplicado no plantio e perfilhamento para formar os constituintes nitrogenados da palha. Entretanto, para o caso dos grãos, os valores encontrados no presente experimento são 7 vezes menores que a média dos diferentes autores.

Inúmeros são os fatores que condicionam o aproveitamento do adubo. O fato do aproveitamento do nitrogênio do adubo pela cultura ter sido bastante baixo, pode ser explicado pela falta de água no período que antecedeu a emissão dos pendões florais. Até a fase de formação dos grãos, a planta já deve ter absorvido quase a totalidade do nitrogênio necessário para o seu desenvolvimento, sendo que a maior quantidade é absorvida do perfilhamento à floração (veja-se McNEAL & outros, 1966). De fato, BOATWRIGHT & HAAS (1961) concluíram que o nitrogênio do grão provém primeiramente por migração dos colmos e uma quantidade insignificante por absorção do solo, durante o período de formação dos mesmos. A absorção e a migração do nitrogênio se correlacionam diretamente com a quantidade de água disponível (FERNANDEZ G. & LAIRD, 1958; SÁ, 1966; GUREVICH & BORONIN, 1969) e como o aproveitamento é função da absorção, daí o baixo aproveitamento pela falta de água no período do perfilhamento à floração. A água talvez tenha limitado o aproveitamento do adubo, por ter influenciado num dos três períodos importantes de formação dos grãos, citados por SLATYER (1969), mais do que propriamente dificultado, de maneira extrema, a absorção. Entretanto não se mediram parâmetros como: o peso de espiga, o número de grãos

por espiga, o número de espigas por área, para comprovar a hipótese. Isso porque a porcentagem de nitrogênio no grão é normal. Se houvesse um número maior de grãos por espigas e maior número de espigas por área, com a mesma porcentagem de nitrogênio encontrada, o aproveitamento seria percentualmente bem maior.

Finalmente os modos de aplicação do nitrogênio influenciaram estatisticamente sobre a porcentagem de aproveitamento do adubo, pois foi maior quando o fertilizante foi aplicado no sulco. Entretanto, o maior aproveitamento do adubo não foi suficiente para influir na produção de grãos de trigo.

6 - CONCLUSÕES

Os resultados obtidos no presente ensaio permitem tirar as seguintes conclusões:

- As fontes de nitrogênio se comportaram de modo idêntico quanto: à produção de palha e grãos de trigo; à porcentagem e à quantidade de nitrogênio total na palha e grãos de trigo; à porcentagem e à quantidade de nitrogênio da palha e dos grãos de trigo proveniente das fontes de nitrogênio e à porcentagem de aproveitamento dos fertilizantes.
- Os modos de distribuição dos fertilizantes não acusaram diferença na produção de palha e grãos de trigo, na porcentagem de nitrogênio total na palha e grãos de trigo; na quantidade de nitrogênio na palha. Porém os fertilizantes aplicados no sulco propiciaram valores maiores nas quantidades

de nitrogênio total e nas quantidades de nitrogênio proveniente dos fertilizantes no grão.

Não houve interação significativa entre as fontes de nitrogênio e os modos de distribuição dos fertilizantes.

7 - SINOPSE

O presente trabalho foi conduzido nos campos experimentais do Instituto de Pesquisa e Experimentação Agropecuária do Sul (IPEAS) em Pelotas, Rio Grande do Sul, em solo pertencente à Ordem Ultissol e ao Grande Grupo Podzólico Vermelho Amarelo. Teve como objetivo verificar a eficiência do nitrato de amônio, da uréia e do sulfato de amônio, como fontes de nitrogênio para o trigo (Triticum aestivum, L.). Todos esses fertilizantes foram marcados com nitrogênio -15, com 1% de excesso.

Para tanto aplicou-se a dose de 120 kg N/ha, sendo metade no plantio e metade em cobertura. Cada um dos fertilizantes mencionados foi aplicado no plantio por dois modos de distribuição: a) no sulco a 2 cm abaixo e 5 cm ao lado do sul

co de semeadura; b) a lanço e incorporado nos primeiros 10 cm de solo. No perfilhamento todas as fontes de nitrogênio foram aplicadas na superfície do solo.

Plantou-se a variedade IAS-52 em 2 de julho de 1971 e a colheita foi feita em 26 de novembro de 1971.

A eficiência dos tratamentos foi determinada através das produções de palha e grãos de trigo; das porcentagens e das quantidades de nitrogênio total na palha e trigo em grãos; das porcentagens e das quantidades de nitrogênio na palha e nos grãos de trigo, provenientes dos fertilizantes; e das porcentagens de aproveitamento das fontes de nitrogênio.

Durante o decorrer do experimento foi observado um ataque de giberella e uma falta de água no período do emborrachamento, o que veio prejudicar seriamente a absorção e migração do nitrogênio pelo trigo, como também a produção.

Os resultados obtidos no presente ensaio permitem tirar as seguintes conclusões:

- As fontes de nitrogênio se comportaram de modo idêntico quanto: à produção de palha e grãos de trigo; à porcentagem e à quantidade de nitrogênio total na palha e grãos de trigo; à porcentagem e à quantidade de nitrogênio da palha e dos grãos de trigo proveniente das fontes de nitrogênio e à porcentagem de aproveitamento dos fertilizantes.
- Os modos de distribuição dos fertilizantes não acusaram diferença na produção de palha e grãos de trigo, na porcentagem de nitrogênio total na palha e grãos de trigo; na quantidade de nitrogênio na palha. Porém os fertilizantes aplicados no sulco propiciaram valores maiores nas quantidades

de nitrogênio total e nas quantidades de nitrogênio proveniente dos fertilizantes no grão.

- Não houve interação significativa entre as fontes de nitrogênio e os modos de distribuição dos fertilizantes.

8. - SUMMARY

The present work was carried out in the "Instituto de Pesquisa e Experimentação Agropecuária do Sul (IPEAS), Pelotas, Rio Grande do Sul, Brasil". An Ultissol, Red-Yellow Podzolic soil was utilized. The purpose was to verify the efficiency of three nitrogen-fertilizers: ammonium nitrate, urea and ammonium sulphate, in wheat. All the nitrogen-fertilizers were labelled with 1% excess ^{15}N .

The rate applied was 120 kg N/ha, half at sowing and the rest broadcast at the tillering stage. Each nitrogen-fertilizer was applied at sowing time by two methods: a) uniformly broadcast and worked into the soil to a depth of 10 cm prior to seeding; b) in a band, 5 cm to the side and 2 cm below the seed row. At the tillering stage all nitrogen-

-fertilizers were applied by broadcast.

The variety IAS-52 was sown in 2th July - 1971 and harvested in 26th November - 1971.

The efficiency of treatments was known through straw and grain yields; from the percentage and quantity of total nitrogen in straw and grain; from the percentage and quantity of nitrogen in the straw and grain derived from the fertilizers; and from the per cent utilization of applied nitrogen.

It was observed during the experiment that Fusarium spp attacked the wheat plant and that a water deficit at the heading stage occurred; then the nitrogen absorption and translocation was prejudiced, consequently the grain yield, too.

The results obtained in the present work permit the following conclusions:

- All nitrogen-fertilizers gave similar results for each of the following: straw and grain yields; the percentage and quantity of nitrogen in the straw and grain, the percentage and quantity of nitrogen in the straw and grain derived from fertilizer; and per cent utilization of applied fertilizer.
- The two methods of applying nitrogen-fertilizers did not show disparities in: straw and grain yields; per cent nitrogen in the straw and grain and quantity nitrogen in straw. But when nitrogen-fertilizers were applied in a band, 5 cm to the side and 2 cm below the seed row showed higher values in quantity of grain nitrogen, and in per cent and

quantity of grain nitrogen derived from fertilizer.

- There was no interaction between the nitrogen-fertilizers and methods of application.

9 - LITERATURA CITADA

ALESSI, J. & POWER, J.F. 1973. Effect of source and rate of nitrogen on N uptake and fertilizer efficiency by spring wheat and barley. Agron. J. 65:53-55.

ARMY, T.J.; BOND, J.J. & VAN DOREN, C.E. 1959. Precipitation yield relationships in dryland wheat production on medium to fine textured soils of the Southern High Plains. Agron. J. 51:721-724.

_____ & HANSON, W.D. 1960. Moisture and temperature influences on spring wheat production in the plains area of Montana Experimental station. Prod. Res. Rep. 35, 25p.

- ARNON, D.I. 1937. Ammonium and nitrate nutrition of barley at different seasons in relation to hydrogen-ion concentration, manganese, copper and oxygen supply. Soil Sci. 44:91-121.
- ARVIZU R., Z. & LAIRD, R.J. 1959/1960. Efecto de diferentes fuentes de nitrogeno sobre el rendimiento y contenido de proteínas en el trigo. Agr. Tec. en Mexico 9:2-3.
- AVRAM, P. 1970. Effect of different forms of nitrogen fertilizers on wheat, maize and sunflowers at Oradea. Anal. Inst. Cerc. pentru Cereale si Plante Tehnice 36:149-154.
- BARTHOLOMEW, W.V. 1971. ^{15}N in research on the availability and crop use of nitrogen. In Nitrogen-15 in Soil-Plant studies. Vienna. FAO/IAEA. Proceeding of a Research Co-ordination Meeting (Sofia). 1-20.
- BAYMA, C. 1960. Cultura do trigo. Rio de Janeiro. Serviço de Informação Agrícola, Ministério da Agricultura. Estudos Técnicos nº 15, Vol. II. 483p.
- BEECH, D.F.; NORMAN, M.J.T. & McINTYRE, G.A. 1968. The effect of wet land treatment and nitrogen fertilizer on safflower linseed and wheat in the Ord River Valley. III Wheat. Aust. J. Exp. Agr. Anim. Husb. 8(30):72-80.
- BENNETT, W.F.; PESEK, J. & HANWAY, J.J. 1964. Effect of nitrate and ammonium on growth of corn in nutrient solution sand culture. Agron. J. 56(3):342-345.

- BLAIR, G.J.; MILLER, M.H. & MITCHELL, W.A. 1970. Nitrate and ammonium as sources of nitrogen for corn and their influence on the uptake of other ions. *Agron. J.* 62:530-532.
- BOATWRIGHT, G.O. & HAAS, H.J. 1961. Development and composition of spring wheat as influenced by nitrogen and phosphorus fertilization. *Agron. J.* 53:33-36.
- BREMNER, J.M. 1965. Total nitrogen. *Agronomy* 9, part 2: 771-1149.
- CATANI, R.A.; GALLO, J.R. & GARGANTINI, H. 1955. Amostragem de Solos. Métodos de Análise. Interpretação e Indicações Gerais para fins de Fertilidade. Campinas. Boletim nº 69. Instituto Agronômico de Campinas.
- CHO, C.M.; HAUNOLD, E.E. & FRIED, M. 1964. ¹⁵N field experiment with maize within the framework of an international programme. *Trans. 8th Inter Congr. Soil Sci.* 4:87-97.
- DEVINE, J.R. & HOLMES, M.R.J. 1964a. Field experiments comparing ammonium nitrate and ammonium sulphate as top-dressing for winter wheat grassland. *J. Agric. Sci.* 62(3):377-379.
- _____ & _____. 1964b. Field experiments comparing autumn and spring applications of ammonium sulphate, ammonium nitrate and calcium nitrate for winter wheat. *J. Agric. Sci.* 63(1):69-74.

- DIJKSHOORN, W. & ISMUNADJI, M. 1972. Nitrogen nutrition of rice plants measured by growth and nutrient content in pot experiments. 2 - Uptake of ammonium and nitrate from waterlogged soil. Nether. J. Agric. Sci. 20(1):44-57.
- ECK, H.V. & TUCKER, B.B. 1968. Winter wheat yields and response to nitrogen as affected by soil and climatic factors. Agron. J. 60(6):663-666.
- EID, M.T.; HAMISSA, M.R.; SERRY, A.; SAMIE, M.A. & EL-BANNA, E. 1970. Egito. Progress Report on Coordinated program on use of isotopes and radiation in wheat fertility studies. (mimeo). 23p.
- FERNANDEZ G., R. & LAIRD, R.J. 1957/1958. A umedad del suelo y fertilización nitrogenada su relation con el contenido de proteínas en el trigo. Agricultura téc. Mex. 5:31-32.
-
- _____ & _____. 1958. Efecto de la humedad del suelo y de la fertilización con nitrogeno sobre el Rendimiento y la Calidad del trigo. Mexico. Folheto técnico nº 27. Secretaria de Agricultura y Ganaderia - oficina de estudios especiales. 128p.
- FRIED, M.; ZSOLDOS, F.; VOSE, P.B. & SHATOKHIN, I.L. 1965. Characterizing the NO_3^- and NH_4^+ uptake process of rice roots by use of ^{15}N labelled NH_4NO_3 . Physiol. Plant. 18: 313-320.
- GLÓRIA, N.A. de; CATANI, R.A. & MATUO, T. 1965. O método de EDTA na determinação de cálcio e magnésio trocável do solo. Rev. Agric. Piracicaba 40:47-74.

- GUPTA, O.P. & SINGH, R. 1970. Response of unirrigated wheat to placement of graded levels of nitrogen in Tarai. Madras Agric. J. 57(1):40-42. In Field crop abstracts 24(2). 1971.
- GUREVICH, S.M. & BORONIN, N.K. 1969. Effect of different forms of phosphorus and nitrogen fertilizers on winter wheat grain yields and quality with different supplies of moisture in deep chenozen. Soviet Soil Sci. 3:308-312.
- HAMID, A. 1968/1969. Efficiency of N and P uptake by wheat using labelled fertilizers. Paquistão. Report on coordinated winter wheat fertility programme using fertilizers containing labelled nutrient elements. Atomic Energy Agricultural Research Centre, Tandojam. (mimeo). 19p.
- HAMISSA, M.R.; SERRY, A.; SAMIE, M.E.A. & EL-BANNA, E.A. 1972. III The efficiency of conversion of fertilizer nitrogen from sources into grain Protein as a Function of moisture level and time of application. Final report on the Co-ordinated programme on use of isotopes and radiation in wheat Fertilization studies. Vienna, Austria. (mimeo).
- HATFIELD, A.I. 1961. Source, rate, particle size, and time of application of nitrogen for wheat under field conditions. Results Res. Annu. Rep. Univ. Ky Agr. Sta. 74:22.
- HENCKEL, P.A. 1964. Physiology of plants under drought. Ann. Rev. Plant Physiol. 15:363-383.

- HERNANDO, V.; JIMENO, L. & GUERRA, A. 1962. Experimentation con urea y con sulfato amônico en cereales. An. Edafol. Agrobiol. 21:363-371.
- HOLLEY, K.T.; PICHETT, T.A. & DULIN, T.G. 1931. A study of ammonia and nitrate nitrogen for cotton. I - Influence on absorption of other elements. Georgia Agr. Exp. Sta. Bul. 169.
- KAUL, R. 1969. Relations between water states and yield of some wheat varieties. Z. Pflanzenzüchtg 62:145-154.
- KINJO, T. & PRATT, P.F. 1971. Nitrate adsorption II - In competition with chloride, sulfate and phosphate. Soil Sci. Soc. Proc. 35(5):722-728.
- KRAMER, P.J. 1969. Discussion. In EASTIN, J.D.; HASKINS, F.A.; SULLIVAN, C.Y. & VAN BAVEL, C.H.M. Physiological aspects of crop yield. Madison, Wisconsin.
- KUSHWAHA, P.S.; GUPTA, K.P. & SINGH, S.P. 1970. A note on the effect of rates and methods of placement of nitrogen on the yield of wheat under rainfed condition. Indian J. Agron. 15(1):76-79.
- LIMA, L.A. & NEPTUNE, A.M.L. 1971. Efeito de diferentes fontes nitrogenadas na produção de trigo. Anais da Iª Jornada Científica da Faculdade de Ciências Médicas e Biológicas de Botucatu. Vol. 1 pág. 129.
- LOCKE, L.F. & MATTEWS, O.R. 1953. Relation of cultural practices to winter wheat production. Southern Great Plains Field Sta. Woodward Okla. USDA Circ. nº 917.

- LOMNITSKII, Y.A.E. & ROIKO, A.V. 1970. Effect of nitrogen fertilizer forms on the yield and quality of winter wheat grain. *Agrokimiya* 4:24-28. In *Field Crop Abstracts* 24 (1). 1971.
- MALAVOLTA, E.; COURY, T.; PELLEGRINO, D. & HAAG, H.P. 1955. Nitrificação e aproveitamento de alguns adubos nitrogenados no arenito de Bauru. *Rev. Agric. Piracicaba*. 30: 133-151.
- _____. 1967. *Manual de Química Agrícola. Adubos e Adubação*. 2ª ed. São Paulo. Biblioteca Agronômica Ceres. 606p.
- McNEAL, F.H.; BERG, M.A. & WATSON, C.A. 1966. Nitrogen and Dry Matter in five spring wheat varieties at successive stages of development. *Agr. J.* 58:605-608.
- MISSÃO AGRÍCOLA ALEMÃ. 1969. Relatório sobre ensaios de adubação com trigo no ano de 1968. Missão Agrícola Alemã junto ao IPEAME, Curitiba.
- MURAOKA, T. 1973. Efeitos da Forma, Fonte e Parcelamento do Nitrogênio (^{15}N) na cultura do trigo (*Triticum aestivum*, L.). Diss. Mestrado. ESALQ/USP. 68p.
- NEPTUNE, A.M.L. 1967. Uso de Isótopos na fertilidade do solo, pág. 530. In MALAVOLTA, E. 1967. *Manual de Química Agrícola*. Biblioteca Agronômica Ceres 2ªed. São Paulo. 606p.
- _____ & PATELLA, J.F. 1970. Efficiency of fertilizer nitrogen sources applied to wheat on influenced by times and rates of nitrogen applications. Final Report. Annual Meeting Rabbat, Marrocos. FAO/IAEA - CENA/ESALQ. (mimeo) 15p.

- NEPTUNE, A.M.L.; PATELLA, J.F.; BOARETTO, A.E. & SALATI, E.
Efficiency of nitrogen uptake by wheat as a function of
rate and time of application of fertilizer. Final Report.
Annual Meeting - Athens - GREECE. FAO/IAEA - CENA/ESALQ.
(mimeo). 2lp.
- NERSON, H. & KARCHI, A. 1972. A comparative study of soil
versus Foliar application of ammonium nitrate to wheat
under different moistures regimes. Israel J. Agric. Res.
22(3):171-177.
- PATELLA, J.F. 1969. Resultados obtidos com a cultura do trig
o no Setor de Solos do IPEAS em 1969. Pelotas, RS
(mimeo). 1lp.
- PIMENTEL GOMES, F. 1970. Curso de Estatística Experimental.
4ª ed. São Paulo. Livraria Nobel S.A. 430p.
- PRATT, P.F. 1966. Química do Solo. Curso Intensivo nº1.
Trad. de L. VETTORI e A. NASCIMENTO. Convênio M.A./DPFS -
-USAID/Br. (mimeo). 87p.
- PSHENICHNYI, A.E. & TIBIR'KOVA, G.A. 1971. Effect of
nitrogen fertilizer forms on the fractional composition of
proteins and on the bread baking qualities of winter wheat.
Agrokimiya 3:20-22. In Field Crop Abstracts 25(1). 1972
- PUENTE B., A.; ANAYA G., M.; MORENO D., R. & ORTEGA T., E. 1963/
1964. Estudio comparativo de cuatro fertilizantes nitrog
nados aplicados al cultivo del trigo, en la Comarca Laguneg
ra. Agr. Tec. en Mexico. II(4):154-155.

- QUISSEMBERRY, K.S. 1928. Some plant characters determining yields in fields of winter and spring wheat in 1926. Journ. Amer. Soc. Agron. 20:292-299.
- RENNIE, D.A. 1968. ^{15}N as a tracer in crop nutrition studies under Field conditions. Symposium on the Use of Isotopes in Fertilizer Water-Plant Relationship, Middle Eastern Regional Radiosotope Centre, Cairo.
- ROBIN, J.S. & DOMINGO, C.E. 1962. Moisture and nitrogen effects on irrigated spring wheat. Agron. J. 54:135-138.
- ROTINI, O.T.; SEQUI, P.; PETRUZZELLI, G. & outros. 1972. Uptake of various forms of nitrogen by plants. Agrochimica 16(3):189-197.
- SÁ, D.F. de. 1966. Efectos de la Humedad del suelo, y diversos niveles de nitrogeno en el rendimiento del trigo. Grupo de Irrigação do São Francisco. SUDENE, Brasil (mimeo). 32p.
- SAITO, S.M.T. 1974. Efeito da matéria orgânica e de um inibidor da nitrificação na absorção de $^{15}\text{NH}_4^+$ e $^{15}\text{NO}_3^-$ pelo milho. Diss. Mestrado. ESALQ/USP. (mimeo). 75p.
- SHIPLEY, J. & REGIER, C. 1971. Winter wheat yields with limited irrigation and three seeding rates, Northern High of Texas. pag. 14-27. In Wheat and other small grain Research Results High Plains of Texas, 1971. The Texas Agricultural Experiment Station.

SINGH, C.; GWAL, H.B. & KATTI, G.V. 1968. Effect of placement of fertilizer and its levels on wheat under barani conditions in black cotton soils of M.P. (Madhya Pradesh). Indian J. Agron. 13(1):64-68. In Field Crop Abstracts 27(2). 1969.

SINHA, M.N. 1972a. Efficiency of fertilizer nitrogen uptake by wheat as a function of moisture level and time of application. The Final Meeting of participants in coordinated programme of 1970/71 experimental plans on use of isotopes and radiation in wheat fertilization studies Vienna, Austria. 1972 (mimeo). 18p.

_____. 1972b. Efficiency of Fertilizer nitrogen from three sources as a function of method and time of application under two moisture regimes. The Final Meeting of participants in coordinated programme of 1971/72 experimental plans on use of isotopes and radiation in wheat fertilization studies. Vienna, Austria. 1972. (mimeo). 23p.

SLATYER, R.O. 1969. Physiological significance of Internal Water Relations to crop yield, pag 53-79. In EASTIN, J.D.; HASKINS, F.A.; SULLIVAN, C.Y. & VAN BAVEL, C. H. M. Physiological Aspects of crop yield. Madisson, Wisconsin.

SMITH, J.H.; LEGG, J.O. & CARTER, J.N. 1963. Equipment and procedures for ^{15}N analysis of soil and plant material with the mass spectrometer. Soil Sci. 96:313-318.

- SPRATT, E.D. & GASSER, J.K.R. 1970. Effect of ammonium and nitrate forms of nitrogen and restricted water supply on growth and nitrogen uptake of wheat. *Can. J. Soil Sci.* 50:263-273.
- SZABOLCS, I. & LATKOVICS, I. 1967. The effect of various nitrogen fertilizers on the mineral nutrition of winter wheat studied on two types of salt affected soils. In International Atomic Energy Agency. Isotopes in Plant Nutrition and Physiology. Proceedings of a Symposium, Set. 1966, Vienna.
- THELIN, G. & BEAUMONT, A.B. 1934. The effect of some forms of nitrogen on the growth and nitrogen content of wheat and rice plants. *J. Am. Soc. Agron.* 26(12):1012-1017.
- TRIVELIN, P.C.O.; SALATI, E. & MATSUI, E. 1973. Preparo de amostras para análise de ^{15}N por espectrometria de massa. Boletim técnico 002. Centro de Energia Nuclear na Agricultura, ESALQ/USP. (mimeo). 4lp.
- ÜLGEN, N.; HERA, C.; ATEALP, M. & BICER, Y. 1970. The efficiency of nitrogen uptake by wheat as a function of source, rate and time of application of nitrogenous fertilizers. Annual Meeting, Apr. 1970, Rabbat, Marrocos. Soil and Fertilizer Research Institute, Ankara - TURKEY.
- VILLA NOVA, N.A.; REICHARDT, K. & ORTOLANI, A.A. 1968. Prin cipais métodos climáticos de estimativa e de medida de per da de água de superfícies naturais. Piracicaba, ESALQ/USP. (mimeo). 57p.