

**EFEITOS DA ADUBAÇÃO NITROGENADA NA PRODUÇÃO  
E QUALIDADE DO TRIGO (*Triticum aestivum* L.)**

**RIVAIL SALVADOR LOURENÇO**  
ENGENHEIRO-AGRÔNOMO

Orientação:  
Prof. Dr. Andre Martin Louis Neptune

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

**P I R A C I C A B A**  
Est. de São Paulo - Brasil  
1974

Este trabalho é dedicado

ao meu saudoso pai  
à Laura Lourenço,  
Eloina Bruzamolim e,  
em especial, à minha esposa

Marilene

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

- Ao Prof. Dr. André Martin Louis Neptune, pela orientação.
- Ao Prof. Dr. Eurípedes Malavolta, quem, por suas gestões, conseguiu os meios que me permitiram concluir essa etapa de minha formação.

Agradeço ainda às seguintes pessoas e instituições, as quais possibilitaram a execução deste trabalho

- Dr. Sidival Lourenço
- Sra. Lucy Therezinha Lourenço Nass
- Dr. Ladaslav Sodek
- Eng<sup>o</sup> Agr<sup>o</sup> Werner Horst Bär
- Eng<sup>o</sup> Agr<sup>o</sup> Francisco J.P. Zimmermann
- Ao Centro de Energia Nuclear na Agricultura (CENA)
- Ao Conselho Nacional de Pesquisas (CNPq)
- Ao Instituto de Tecnologia de Alimentos (ITAL)
- À Secretaria de Agricultura do Estado do Paraná

## I N D I C E

	<u>página</u>
INTRODUÇÃO . . . . .	01
REVISÃO BIBLIOGRÁFICA . . . . .	03
MATERIAL E MÉTODOS . . . . .	09
RESULTADOS E DISCUSSÃO . . . . .	16
CONCLUSÕES . . . . .	26
RESUMO . . . . .	27
SUMMARY . . . . .	29
LITERATURA CITADA . . . . .	31
APÊNDICE . . . . .	36

## INTRODUÇÃO

De acôrdo com *JALIL e TAHIR (1970)*, os cereais contribuem com 68,5% do total de proteína produzida no mundo. Entre êles o trigo é o mais produzido.

No Brasil, a produção de trigo tem sido insuficiente para a tender ao consumo interno. Por esta razão este cereal tem sido o segundo item na pauta de importação do país. Segundo o *ANUÁRIO ESTADÍSTICO DO TRIGO*, safra 1970/1971, naquela safra foram colhidas 1.946.045 toneladas de trigo em grão, com uma produtividade média em torno de 1.000 kg/ha, sendo a área cultivada de 1.861.204 hectares. Nos ensaios de adubação e em lavouras bem conduzidas, são fre quentemente obtidas produções de 2 500 kg/ha. Se fosse possível ge neralizar esse nível de produtividade para a mesma área plantada em 1970/1971, a produção do país teria sido superior a 4 milhões de to neladas com a consequente economia de divisas.

Estas considerações indicam que, sob condições climáticas favoráveis à cultura do trigo, a adubação com N, P e K, constitui um dos principais fatores no aumento de produção do trigo em grão.

O nitrogênio é constituinte estrutural das proteínas e um dos principais fatores no rendimento do trigo.

A pesquisa de efeito de fontes de nitrogênio na produção do trigo, em nossas condições, tem demonstrado que o cereal responde positivamente à aplicação de uréia. Pelo alto teor de nitrogênio que contém e em virtude de estar sendo produzida no país, é provável que a uréia se constitua, no futuro, na principal fonte do nutriente para a cultura.

Nas principais regiões tritícolas do país, vem se constituindo prática rotineira a aplicação de herbicidas e fungicidas, em pulverização, na cultura. A aplicação de uréia, em solução ou juntamente com os defensivos, vem sendo também ensaiada.

O objetivo do presente trabalho foi verificar o efeito de dose, época e forma de aplicação da uréia no rendimento e qualidade da produção de trigo.

## REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

O nitrogênio, por suas propriedades, é geralmente o primeiro elemento que fica deficiente no solo, sendo por isso, frequentemente, o mais requisitado pelas plantas (*OVERBEEK e WONG, 1970*).

### Efeito do parcelamento e época de aplicação do nitrogênio

Trabalho de *RANKIN (1946)*, sugere que as aplicações parceladas de nitrogênio, evitando a perda do elemento por lavagem, garantem uma boa produção de grãos.

*PATELLA (1969)*, *HUCKLESBY et al. (1971)*, obtiveram evidências de que o parcelamento das doses de nitrogênio, favoreceram o rendimento do trigo.

Outros pesquisadores, no entanto, obtiveram melhores resul-

tados, quanto à produção de grãos, para as adubações nitrogenadas feitas somente no plantio (*WAHHAB e HUSSAIN, 1957*).

Vários pesquisadores, (*RANKIN, 1946; FINNEY et al., 1957; WAHHAB e USSEIN, 1957; SADAPHAL e DAS, 1966; HAMID, 1972*), tem demonstrado o efeito positivo do parcelamento do nitrogênio, no peso de 1 000 sementes.

O parcelamento das doses de nitrogênio, parece assumir seu mais importante papel no aumento do teor de proteína nos grãos de trigo. *MC NEAL e DAVIS (1954)*, observaram que a aplicação de mais de 100 kg/ha, somente na semeadura, aumentou a produção, mas, não o teor de proteína consistentemente, e concluem: "Esses dados confirmam o bem conhecido princípio de que a utilização mais tardia no nitrogênio é essencial para o máximo conteúdo de proteína".

*DAVIDSON e LE CLERC (1923)*, citados por *MC CALLA (1933)*, encontraram que aplicando nitrato nos primeiros estágios de crescimento do trigo, aumentava a produção de grão e havia um pequeno aumento no teor de proteína do grão.

Pesquisas realizadas por *FINNEY (1957)*, *MORRIS e JACKSON, (1959)*, *SADAPHAL e DAS (1966)* e *NEPTUNE e PATELLA (1970)*, também confirmam o aumento do teor de proteína com o parcelamento da uréia em trigo e outras culturas.

#### Efeito de doses de nitrogênio

Sabe-se que a resposta do trigo às diferentes doses de nitrogênio, no que diz respeito à produção de grãos, é uma função dos efeitos genéticos e ambientais no metabolismo de cada variedade.

Na Índia, México e Paquistão, países onde se processou a "revolução verde" as variedades de trigo receberam até 160 kgN/ha e, algumas delas responderam positivamente. O nível de recomendação permaneceu ao redor de 120 kgN/ha (*BOURLAUG, 1969*).



Para as variedades brasileiras atuais, muito altas e palhudas, o nitrogênio pode produzir acamamento e aceita-se que doses elevadas retardam a maturação além de aumentar a susceptibilidade às doenças (KALCKMANN, 1965). Os resultados da pesquisa, permitem afirmar que as variedades existentes em nosso meio não apresentam condições para respostas econômicas a doses maiores do que 60 kgN/ha (PAN, 1968; PATELLA, 1969 e RAMOS, 1970).

HUNTER (1958) não encontrou aumento no conteúdo de proteínas quando doses de nitrogenio foram aplicadas além daquela necessária para fornecer a "produção máxima".

É farta a literatura na indicação de que a adubação nitroge nada aumenta o teor de proteína nos grãos do trigo e disto encontramos provas nos trabalhos de FINNEY (1957), PUENTE (1958), HUNTER, (1958), RAMON e LAIRD (1959), LITTLER (1962), MATHUR et al. (1969), SRIVASTAVA et al. (1970) e HUCKLESBY et al. (1971). Entretanto, observa-se que o aumento no teor de proteína, não raramente, é acompanhado pela não melhora ou diminuição da qualidade das proteínas. Evidenciam esse fato trabalhos como os de FINNEY (1957), LITTLER (1962), SRIVASTAVA et al. (1970) e HUCKLESBY et al. (1971).

A qualidade das proteínas vegetais é determinada pelo conteúdo de certos aminoácidos essenciais como lisina, triptofano, metionina (HERA, 1970). KAUL (1973) observa que os dois primeiros aminoácidos limitantes em trigo são lisina e iso-leucina, respectivamente.

SRIVASTAVA et al. (1970), afirma que um moderado aumento de proteína do grão é desejável para se obter alta concentração de lisina, e cita LARSEN e NIELSEN (1966), os quais acham que a adubação nitrogenada diminui a lisina, a treonina, a valina e aumenta o ácido glutâmico, a prolina e a fenilalanina no trigo. SRIVASTAVA et al. (1970) - no mesmo trabalho citam ainda POZSAR e KISS (1965), os quais referem-se a um aumento na proporção de lisina, arginina e histidina, acompanhado por uma diminuição em ácido glutâmico, leuci

na e treonina, sob condições de altos níveis de fertilização.

*BHAID et al. (1969)* citado por *SRIVASTAVA et al. (1970)*, acharam que a adubação nitrogenada aumentou o conteúdo de proteína no grão do trigo em 37%. Entretanto, este aumento foi acompanhado por um decréscimo na concentração de lisina e triptofano.

*VLASYUK e RUDEENKO (1969)*, conduzindo ensaios para observar influências de doses de fertilizantes na qualidade de panificação do trigo, encontraram efeito positivo no aumento do teor de gluten quando elevaram as doses de nitrogênio.

*COIC (1957)*, refere-se à qualidade do pão como sendo esta dependente do teor e qualidade do gluten e indica que a qualidade do gluten é dependente da variedade.

### Efeito de Formas de Aplicação de Nitrogênio

Desde 1914, a literatura se refere à pulverização foliar de fertilizante nitrogenado (*BALLARD and VOLCK, 1914; LEWIS and ALLEN, 1914*) e o nitrogênio é ainda o nutriente mais aplicado por este método. A uréia é a mais usual forma de nitrogênio usada em pulverização pela sua grande solubilidade e seu alto conteúdo de N, o que permite a aplicação de boa quantidade deste nutriente em soluções diluídas (*THORNE, 1955*).

O nitrogênio da uréia é absorvido, transportado e metabolizado mais rapidamente do que qualquer outro nutriente em pulverização (*WITTEWER e TEUBNER, 1959*). Afirmam os mesmos autores, que a absorção da uréia pulverizada é mais rápida à noite e durante as primeiras horas da manhã, evidenciando uma marcada influência da umidade relativa. Relatam, ainda, que os dados relativos aos efeitos da temperatura e luminosidade na absorção, não são conclusivos.

Segundo *THORNE (1955)*, a pulverização foliar é vantajosa sobre a adubação no solo quando:

- os nutrientes aplicados no solo, pelas condições do mesmo, ou com

- petição do mato, não são absorvidos;
- um período curto é requerido para as respostas;
  - pode-se conciliar às práticas de rotina tais como aplicação de inseticidas, fungicidas e/ou herbicidas;
  - das aplicações tardias por aviões;
  - do estudo teórico de nutrição de plantas.

Resultados preliminares de ensaio relatados por *GARDNER (1955)*, sugerem não haver vantagens, em termos de peso de matéria seca e proteína, com base no N total, para o nitrogênio pulverizado com uréia, em vez da aplicação em cobertura na forma sólida.

Experimentos para comparar a eficiência da forma de aplicação da uréia no trigo (no solo, no solo e em pulverização foliar e somente esta última), mostraram resultados semelhantes com relação ao aumento dos teores de nitrogênio no grão e na palha. Uma parcial substituição do nitrogênio no solo por pulverização não afetou o número de perfilhos, o número de espigas ou de grãos por espiga, e a produção permaneceu inalterada para os níveis testados (*MATHUR et al., 1969*).

Em ensaio em vasos o efeito da pulverização foliar e no solo, com nitrato de amônio, aplicado uma semana antes do emborrachamento do colmo principal, foi estudado sob tres diferentes regimes de umidade. O efeito do N aplicado nas folhas foi imediato, mas, relativamente de curta duração e só aumentou a produção das plantas em virtude do aumento do peso da espiga principal. O efeito do N aplicado ao solo foi retardado, porém mais efetivo, ocasionando um aumento na colheita devido ao maior número de perfilhos. A aplicação de N ao solo foi mais eficiente do que a aplicação foliar (*NERSON e KARCHI, 1972*).

Em pasto pangola (*Digitaria decumbens L.*) a aplicação de uréia, foliar e no solo, em doses de 100, 200 e 300 KgN/ha/ano, forneceu resposta positiva para ambas as formas de aplicação, embora

tenha havido efeito maior para a aplicação no solo. A porcentagem de proteína só foi modificada pelas pulverizações foliares e o fraçãoamento destas favoreceu o aumento na produção de proteína (*GRI-SALES e URIBE, 1966*).

*SRIVASTAVA et al. (1970)*, estudaram o efeito da aplicação da uréia, foliar e no solo, na composição de aminoácidos e proteína do trigo, com irrigação e em condições de campo. A aplicação no solo aumentou ligeiramente a concentração de proteína sendo que o aumento máximo foi de 11%. As concentrações de lisina e triptofano também aumentaram significativamente. Com a aplicação foliar, aumentou o conteúdo de proteína cerca de 20%, mas, caiu o teor de lisina. A concentração de aminoácidos essenciais como ácido aspártico, ácido glutâmico e prolina, foi maior. Houve ligeira diminuição nos aminoácidos básicos.

## MATERIAL E MÉTODOS

### Trabalho de Campo

#### *Local*

O ensaio foi instalado na Estação Experimental de Vila Velha, da Secretaria da Agricultura do Estado do Paraná, Município de Ponta Grossa-PR, situada a 25°25' de Latitude Sul e 49°09' W.Grnv. a 880 m de altitude

#### *Solo*

O experimento foi instalado e conduzido em um Latossol Vermelho Escuro-orto. Esta unidade apresenta perfis profundos (2 a 3 m) e com boa profundidade efetiva, não raro, superior a 2 m. É formada sobre folhelho argiloso e apresenta relêvo de suave ondulado a ondulado.

Os resultados das análises químicas, para o local do experimento, são apresentados no quadro abaixo:

pH (em H <sub>2</sub> O)	% N total	% M.O.	PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup>	K <sup>+</sup>	Ca <sup>2+</sup>	Mg <sup>2+</sup>
4,9	0,13	4,47	0,02	0,08	2,10	0,40

O pH foi determinado utilizando-se a relação solo-água igual a 1:2,5. O carbono orgânico foi determinado pelo método de Walkley-Black, descrito por JACKSON (1958), e, para obter a porcentagem de matéria orgânica multiplicou-se a porcentagem de carbono orgânico por 1,724. O nitrogênio total foi determinado pelo método de Kjeldahl, descrito por JACKSON (1958). O fósforo solúvel e o potássio trocável, pelo método descrito por CATANI *et al.* (1955) e o cálcio e o magnésio por absorção atômica no espectrofotômetro EEL (Evans Electro Selenium Ltd.), em extrato obtido segundo GLORIA *et al.* (1965).

#### *Dados Meteorológicos*

As condições meteorológicas verificadas no local, no período abrangido pela cultura, conforme dados anotados e fornecidos pela Secretaria de Agricultura do Estado do Paraná e o balanço hídrico calculado à partir desses dados, segundo THORNTHWAITE e MATHER, (1955) citado por VILLA NOVA *et al.* (1968), constam da Tabela 1. O curso de precipitação, evapotranspiração potencial e real e disponibilidade normais de água no solo, segundo o balanço hídrico, aparece na Figura 1.

#### *Delimitação experimental*

O ensaio constou de 15 tratamentos com quatro repetições em blocos ao acaso.

Tabela 1 - Balanço hídrico segundo THORNTON e MATHER (1955) (EP segundo Penman-Bavel)

Latitude: 25°25' - Longitude 49°09' W.Grnv - CAD = 50 mm

Período	TEMP <sub>BC</sub>	P	EP	P-EP	NEG ACUM.	ARM	ER	ALT	DEF	EXC
		mm	mm	mm		mm	mm	mm	mm	mm
13.06 - 22.06	13,1	51	7	44	-	50	0	7	0	44
23.06 - 02.07	15,4	10	15	-5	5	45	-5	15	0	0
03.07 - 12.07	12,4	82	14	68	-	50	+5	14	0	63
13.07 - 22.07	13,8	0	18	-18	18	34	-16	16	2	0
23.07 - 01.08	14,3	24	14	10	6	44	+10	14	-	-
02.08 - 11.08	16,7	8	20	-12	18	34	-10	18	2	-
12.08 - 21.08	14,9	0	20	-20	38	22	-12	12	8	-
22.08 - 31.08	14,6	0	12	-12	50	17	-5	5	7	-
01.09 - 10.09	14,7	36	16	20	13	37	+20	16	-	-
11.09 - 20.09	17,1	26	23	3	10	40	+3	23	-	-
21.09 - 30.09	18,3	57	19	38	-	50	+10	19	-	28
01.10 - 10.10	17,4	41	16	25	-	50	0	16	-	25
11.10 - 20.10	15,7	10	32	-22	22	32	-18	28	4	-
21.10 - 30.10	17,9	9	26	-17	39	22	-10	19	7	-
31.10 - 09.11	17,6	14	28	-14	53	16	-6	20	8	-
10.11 - 21.11	20,0	2	28	-26	79	9	-7	9	19	-

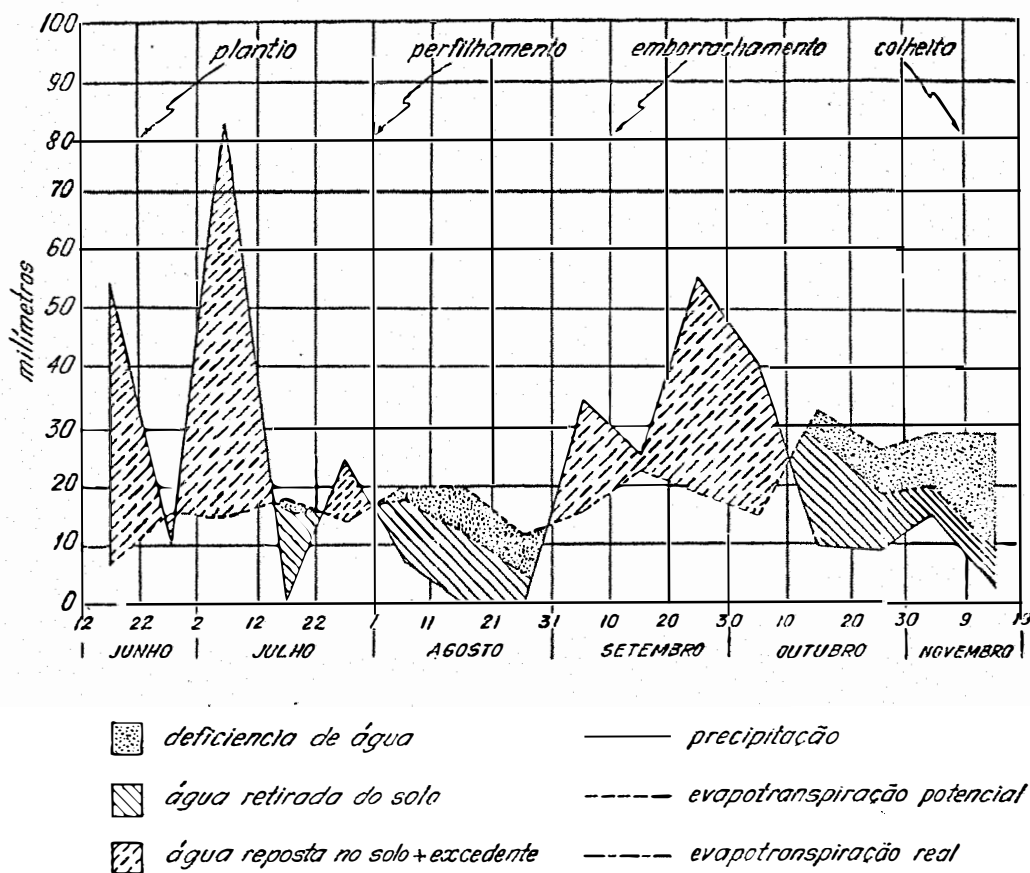


Figura 1 - Cursos (semeadura a colheita do trigo) da precipitação, evapotranspiração potencial e real, disponibilidades normais de água no solo, segundo o método do balanço hídrico de Thornthwaite e Mather, 1955.



Os tratamentos testados foram: três níveis de nitrogênio (0, 60 e 90 kgN/ha), aplicados em três épocas (plantio, perfilhamento e emborrachamento) e em duas formas, uréia sólida e uréia em solução aquosa a 2%, em pulverização foliar, segundo esquema de Tabela 2. Todas as aplicações no plantio foram na forma sólida e no sulco.

Tabela 2 - Doses de N em kg/ha, aplicadas no plantio, perfilhamento e emborrachamento, sob as formas sólida e líquida.

Tratamento	Épocas de aplicação					
	Plantio		Perfilhamento		Emborrachamento	
	kgN/ha	forma	kgN/ha	forma	kgN/ha	forma
1	0	-	0	-	0	-
2	60	sólida	0	-	0	-
3	20	"	20	sólida	20	sólida
4	30	"	30	sólida	0	-
5	30	"	0	-	30	sólida
6	90	"	0	-	0	-
7	30	"	30	sólida	30	sólida
8	45	"	45	sólida	0	-
9	45	"	0	-	45	sólida
10	20	"	20	líquida	20	líquida
11	30	"	30	líquida	0	-
12	30	"	0	-	30	líquida
13	30	"	30	líquida	30	líquida
14	45	"	45	líquida	0	-
15	45	"	0	-	45	líquida

Nas aplicações em aspersão foi adicionado espalhante adesivo, Triton, à razão de 0,1 ml/l. Todas as parcelas receberam uma adubação com 120 kg/ha de  $P_2O_5$  e 60 kg/ha de  $K_2O$ , nas formas de superfosfato simples e cloreto de potássio.

### *Área das parcelas*

área total = 2 x 3 m = 6 m<sup>2</sup> ~ 1 800 plantas

área útil = 1 x 2 m = 2 m<sup>2</sup> ~ 600 plantas

### *Densidade de plantio*

Espaçamento de 20 cm entre fileiras com uma densidade de plantio de 400 sementes/m<sup>2</sup>.

### *Fertilizantes utilizados*

uréia com 45% N

superfosfato simples com 21% de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>

cloreto de potássio com 60% de K<sub>2</sub>O

### *Varietade*

Foi utilizada a variedade IAS-51, fornecida pela Secretaria de Agricultura do Estado do Paraná.

### *Condução do ensaio*

O plantio foi efetuado a 22.06.71 e os parcelamentos de uréia no perfilhamento e emborrachamento se deram respectivamente 39 e 80 dias após o plantio. Para a aspersão da solução de uréia usou-se o pulverizador ULVA, LVC, a pilhas. No tratamento das parcelas por pulverização foliar, a contaminação das parcelas vizinhas foi evitada por paredes de 1,5 m de altura, em plástico, colocadas ao redor da parcela a ser tratada. A colheita foi realizada aos 141 dias e a debulha processada em trilhadeira de parcela.

## Trabalho de Laboratório

### *Análise de produção*

As sementes foram secas ao ambiente e a produção de palha e grão foi determinada por pesagem em balanças comuns em laborató-

rios de sementes. A umidade, peso de 1 000 grãos e peso de hectolitro foram determinados segundo recomendações oficiais adotadas pelo Ministério da Agricultura<sup>(\*)</sup>.

#### *Análise química dos grãos*

As amostras de grãos devidamente secas, foram moidas, em moinho "Wiley" e as determinações de nitrogenio feitas pelo método de Kjeldahl, descrito por MALAVOLTA (1964). Foram preparados extratos nitroperclórico, segundo método descrito por LOTT *et al.* (1956), para as determinações de fósforo e potássio. O fósforo foi determinado colorimetricamente pelo método do vanadomolibdato de amonio (LOTT *et al.*, 1956), no fotocolorímetro KLETT SUMMERSON. O potássio foi determinado por fotometria de chama, no fotômetro de absorção atômica EEL.

Para as análises de aminoácidos, as amostras dos grãos foram trituradas em almofariz, tratadas com acetona para extrair gorduras e o extrato seco separado em funil de "Buchner". Trinta miligramas do pó resultante, foram tomados em 10 ml de HCl 6N, em tubos fechados e levados à estufa a 110<sup>0</sup>C. Decorridas 24 horas, filtrados e lavados com água. O filtrado foi levado a um evaporador rotatório, à vácuo, até completa eliminação do HCl. As amostras foram retomadas em 5 ml de uma solução tampão de citrato de sódio, pH 2,2, e, analisadas, segundo MOORE *et al.* (1958), no Amino Acid Analyser 120-C da Beckman. Para a determinação do Triptofano, 500 mg da farinha desengordurada obtida da forma descrita foram tratadas com 1 ml da mistura (70 ml etanol + 0,6 ml 2-mercaptana, completando a 100 ml com água), agitando por 1/2 hora. Adicionou-se mais 5 ml de NaOH 0,5% e depois de nova agitação por 1 hora, centrifugou-se guardando o sobrenadante em temperatura ambiente. As determinações foram feitas segundo o método de GAITONDE e DOVEY (1970).

As determinações do teor e qualidade do gluten, foram feitas segundo o método de BERLINER e KOOPMAN, descrito por KENT-JONES e AMOS (1967).

(\*) - Regras para Análise de Sementes - Ministério da Agricultura - 1967

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

### Produção, Peso de 1 000 grãos e peso volumétrico

Os resultados referentes a produção, peso de 1 000 grãos e peso volumétrico são apresentados na Tabela 3.

Tabela 3 - Produção de grãos de trigo em kg/ha, peso de 1 000 grãos em gramas e peso volumétrico (hectolitro) em Kg

Tratamento	Época de aplicação			Produção kg / ha	Peso de 1000 grãos (g)	Peso de hectolitro (kg)
	plântio	perflhamen to	embor-racha-mento			
1	0	0	0	1153	33,1	80,5
2	60	0	0	2017	40,4	81,3
3	20	20	20	1714	37,5	81,0
4	30	30	0	1816	40,0	80,7
5	30	0	30	1729	39,6	81,0
6	90	0	0	1804	38,1	79,4
7	30	30	30	1693	38,8	80,8
8	45	45	0	1899	39,7	81,1
9	45	0	45	1757	38,6	81,0
10	20	20	20	1767	38,3	81,0
11	30	30	0	1810	38,9	80,3
12	30	0	30	1896	40,4	81,6
13	30	30	30	2046	39,8	81,5
14	45	45	0	1876	40,7	81,2
15	45	0	45	1949	39,7	80,4
DMS	Tukey 1%			744	4,9	2,7
	Tukey 5%			555	1,2	2,4
CV%				12,09	4,21	1,15

O esquema de análise de variância adotado para a apreciação dos dados da Tabela 3, bem como daqueles referentes à percentagem de proteína, teor de fósforo e potássio na planta e os valores encontrados pelo teste F, constam da Tabela 4.

Tabela 4 - Esquema da análise de variância, valor e significância de F, para produção, peso de 1 000 grãos e fósforo, potássio e proteína no grão de trigo

Causa de Variação	GL	Produção	Peso de 1000 grãos	Fósforo	Potássio	Proteína	valor de F	
Blocos	3	11,80	27,99	2,10	1,28	2,76		
(Tratamentos)	(14)	3,65**	5,10*	1,93	1,90	4,63*		
Testemunha x Adubado	1	37,52**	53,45**	4,72*	3,83	21,73**		
Adub.sólida x Adub. líquida	1	2,26	1,40	1,92	3,75	0,59		
Dentro de Parcelamento	3	1,61	1,41	0,21	0,80	4,65**		
Dose 60 x Dose 90	1	0,18	0,92	1,09	0,02	8,30**		
sólido Parcel. x Dose	3	0,70	1,70	0,86	0,26	1,18		
Dentro de Parcelamento	2	0,30	0,78	1,82	1,64	0,13		
Dose 60 x Dose 90	1	2,24	1,74	12,41**	10,13**	15,97**		
líquido Parcel. x Dose	2	0,68	1,50	0,31	1,20	0,51		
Resíduo	42	-	-	-	-	-		
Total	59	-	-	-	-	-		

Conforme se observa na Tabela 3, houve aumento de produção para todos os tratamentos que receberam adubação nitrogenada em relação à testemunha e somente para o tratamento 7 este aumento não foi significativo. O maior aumento obtido foi da ordem de 29%. Saliente-se que no presente trabalho, todos os tratamentos resultaram em produções acima da média do país para o mesmo ano, sendo que no Paraná, esta média foi de 868 kg/ha (*ANUARIO ESTATISTICO DO TRIGO, safra 1970/1971*).

Não foram registradas diferenças significativas quanto ao parcelamento ou época de aplicação, o mesmo acontecendo quando se elevou a dose de N de 60 para 90 kg de N/ha.

Quando se considerou a forma de aplicação, se no solo ou em pulverização foliar, os resultados também foram semelhantes concordando com *THORNE (1955); GARDNER (1955) e MATHUR et al. (1969)*.

Apesar de se terem obtido produções ao redor do dobro da média brasileira, podem-se considerá-las um tanto insatisfatórias quando comparadas com as produções obtidas em lavouras bem conduzidas na mesma região tritícola e principalmente com as obtidas em alguns países como México, Índia e Paquistão, que são da ordem de 3 000 e 4 000 kg/ha, respectivamente.

Uma das razões que podem ter limitado a produção de trigo neste experimento teria sido, talvez, a relativa pobreza do solo, que apresentava teores de médio a baixo de nutrientes, conforme se depreende da análise química do solo (página 10). Outra razão provável seria um possível deficit de água para a cultura, na ocasião do perfilhamento, conforme se verifica na Tabela 1 e Figura 1.

O peso de 1 000 grãos foi afetado significativamente em favor dos tratamentos que receberam adubação nitrogenada. Consideradas as variações destes tratamentos não se obteve diferenças significativas entre eles.

Quanto ao peso do hectolitro não se constatou diferenças en

tre os tratamentos.

Se houve aumento significativo no peso dos grãos para todos os tratamentos que receberam uréia e permaneceu inalterado o peso de hectolitro, pode-se inferir que a adubação nitrogenada provocou um aumento no tamanho dos grãos.

### Extração de nutrientes pelo grão do trigo

O teor de nitrogenio total no grão do trigo foi elevado para alguns dos tratamentos que receberam adubação nitrogenada como mostra a Tabela 5.

As considerações a respeito das variações nos teores de N em função dos tratamentos, serão feitas no capítulo referente à proteína, já que, para a obtenção daqueles dados, multiplicaram-se os resultados obtidos para N total por cento por um fator constante 5,7 segundo *BAILEY (1944)*.

A análise de variância, para tratamentos, mostrou que o teor de fósforo no grão do trigo não foi modificado por qualquer dos tratamentos. Quando, porém, da decomposição dos graus de liberdade, houve diferença significativa no confronto do tratamento testemunha com os tratamentos que receberam adubação nitrogenada. Esta diferença apareceu quando se confrontou dose de 60 versus dose de 90 kg N/ha, quando aplicadas na forma líquida, conforme indicam os dados transformados em arc sen  $\sqrt{\%P}$ :

Dose de 60 kg N/ha	3,73
Dose de 90 kg N/ha	3,51
DMS (Tukey 5%)	0,12

O teor de potássio, no grão do trigo, sofreu redução significativa apenas para o tratamento 14 e, como aconteceu para com o



Tabela 5 - Teores totais de N, P e K, em porcentagem e seus valores transformados em Arc sen  $\sqrt{\%}$ , encontrados no grão do trigo

Tratamento	Nitrogênio		Fósforo		Potássio	
	%	Arc sen $\sqrt{\%}$	%	Arc sen $\sqrt{\%}$	%	Arc sen $\sqrt{\%}$
1	1,94	7,97	0,45	3,82	0,44	3,80
2	2,08	8,32	0,41	3,69	0,42	3,71
3	2,33	8,81	0,42	3,72	0,42	3,72
4	2,12	8,37	0,41	3,65	0,40	3,60
5	2,18	8,52	0,43	3,74	0,42	3,73
6	2,18	8,52	0,41	3,67	0,42	3,71
7	2,34	8,81	0,41	3,69	0,42	3,72
8	2,26	8,67	0,41	3,67	0,41	3,64
9	2,44	8,95	0,39	3,56	0,41	3,65
10	2,13	8,38	0,44	3,81	0,43	3,77
11	2,07	8,28	0,40	3,62	0,41	3,66
12	2,13	8,42	0,43	3,74	0,41	3,68
13	2,40	8,94	0,38	3,53	0,38	3,53
14	2,35	8,81	0,36	3,45	0,36	3,41
15	2,27	8,72	0,39	3,55	0,40	3,62
DMS	(Tukey 1%)0,73		0,45		0,41	
	(Tukey 5%)0,63		0,39		0,36	
CV%	2,88		4,11		3,85	

fósforo, na decomposição dos graus de liberdade, verificou-se que o aumento da dose de nitrogênio, aplicadas em pulverização, foi responsável por tal redução, conforme mostram os dados transformados em arc sen  $\sqrt{\%}$ K;

Dose de 60 kg N/ha	3,71
Dose de 90 kg N/ha	3,52
DMS (Tukey 5%)	0,12

O efeito diluição, pelo maior desenvolvimento dos grãos, de ve ser uma explicação para a redução no teor de fósforo e potássio nos grãos do trigo.

### Teor de proteína

Os resultados obtidos para o teor de proteína, nos grãos do trigo, são apresentados na Tabela 6.

Conforme se observa, um aumento no teor de proteína pela aplicação de uréia deveu-se principalmente às doses de 90 kg N/ha sen do que, quando se considerou a forma de aplicação, os resultados não foram diferentes estatisticamente.

O aumento máximo, no teor de proteína, foi de aproximadamente 10,0% em relação ao valor encontrado para a testemunha.

Analisando os resultados, somente para os tratamentos que receberam uréia na forma sólida, observou-se diferenças significativas em favor do maior número de parcelamento, e, ainda, em favor das aplicações mais tardias, conforme mostram os dados transformados em  $\text{arc sen } \sqrt{\% \text{proteína}}$ :

Aplicação no plantio	20,43
Aplicação no plantio e perfilhamento	20,70
Aplicação no plantio e emborrachamento	21,28
Aplicação nas três épocas	21,43
DMS (Tukey 5%)	0,82

Tabela 6 - Teor de proteína no grão do trigo, em porcentagem, e seus valores transformados em arc sen  $\sqrt{\%}$ .

Tratamento	Plantio	Perfilhamento	Emborrachamento	Proteína (%)	Arc sen $\sqrt{\%}$
1	0	0	0	11,08	19,43
2	60	0	0	11,90	20,18
3	20	20	20	13,30	21,38
4	30	30	0	12,09	20,35
5	30	0	30	12,45	20,66
6	90	0	0	12,47	20,68
7	30	30	30	13,38	21,47
8	45	45	0	12,89	21,04
9	45	0	45	13,92	21,89
10	20	20	20	12,17	20,44
11	30	30	0	11,83	20,13
12	30	0	30	12,17	20,41
13	30	30	30	13,34	21,40
14	45	45	0	13,41	21,47
15	45	0	45	12,98	21,13
DMS (Tukey 1%)					1,83
(Tukey 5%)					1,57
CV%					2,10

Alguns dados procurando mostrar a influência exercida pela adubação nitrogenada sobre caracteres qualitativos dos grãos de trigo são apresentados na Tabela 7.

Observando os resultados apresentados, nota-se que as produções de grão e proteína do grão, transformadas em kg/ha, foram sempre maiores para os tratamentos que receberam adubação nitrogenada,

o mesmo acontecendo com lisina, iso-leucina e triptofano apresentados na mesma unidade. Quando, porém, se confrontam gramas de aminoácidos por 100 gramas de proteína, observam-se que os dados obtidos para lisina são sempre menores para os tratamentos adubados com nitrogênio. Para iso-leucina os dados apresentam-se inconsistentes e permanecem praticamente constantes para o triptofano.

Tabela 7 - Produção de grãos (PG), proteínas (Pr), lisina (Lys), iso-leucina (Ile) e triptofano (Trp) em kg/ha; lisina, iso-leucina e triptofano em g/100 g de proteína; teor de gluten em porcentagem e qualidade do gluten em  $\text{cm}^3$  de expandibilidade.

T*	PG	Pr	Lys	Ile	Trp	Lys	Ile	Trp	Gluten	
	kg/ha					g/100g proteína			%	Qualidade
1	1.153	128	3,86	4,66	1,82	3,03	3,64	1,43	22,70	19,30
2	2.017	240	6,16	8,33	3,43	2,57	3,47	1,45	26,05	19,00
3	1.714	228	5,24	8,03	2,91	2,30	3,52	1,28	32,30	18,50
4	1.816	220	3,76	11,55	3,16	1,71	5,25	1,44	27,30	19,50
5	1.729	215	5,50	8,71	3,06	2,56	4,05	1,42	32,20	19,50
6	1.804	225	4,03	7,94	3,19	1,79	3,53	1,42	30,50	17,50
7	1.693	227	4,82	8,58	3,03	2,13	3,78	1,34	34,65	19,60
8	1.899	245	6,59	12,30	3,44	2,69	5,02	1,41	31,50	19,60
9	1.751	244	5,43	8,93	3,17	2,23	3,66	1,30	34,10	19,60
10	1.767	215	4,18	6,88	3,16	1,94	3,20	1,47	28,90	19,60
11	1.810	214	3,63	6,08	3,04	1,69	2,84	1,42	26,30	19,50
12	1.896	231	6,76	8,11	3,36	2,93	3,51	1,45	26,90	19,00
13	2.046	273	6,24	10,26	3,74	2,29	3,76	1,37	33,70	19,50
14	1.876	306	5,26	10,83	3,36	1,72	3,54	1,33	32,70	19,00
15	1.949	253	4,81	8,75	3,53	1,90	3,41	1,39	32,40	19,50

\* - tratamento

Segundo *KAUL (1973)*, os primeiros aminoácidos limitantes em grãos de trigo são lisina e iso-leucina respectivamente. A inclusão dos dados referentes ao triptofano, prende-se ao fato de que no trabalho de *KAUL (1973)*, para os cereais em geral, o terceiro aminoácido a figurar na lista dos primeiros limitantes é o triptofano.

Comparando-se os dados obtidos no presente trabalho, 3,03% para lisina e 3,64% para iso-leucina, na proteína do tratamento que não recebeu adubação nitrogenada, com os encontrados como valor médio, para trigo, ou seja, 2,7% para lisina e 3,6% para iso-leucina, (*FAO, 1957*), verifica-se ter havido um decréscimo na qualidade protéica dos tratamentos que receberam adubação nitrogenada, revelado pelos teores de lisina.

Para teor e qualidade do gluten, observa-se que, enquanto a aplicação de uréia favoreceu o teor de gluten, os dados obtidos para a qualidade permanecem praticamente constantes, devendo a sua variação estar condicionada à carga genética de variedade. Isto vem encontrar apoio nos resultados obtidos por *VLASYUK e RUDENKO (1969)*.

Os valores usados para classificar a qualidade da farinha de trigo quanto ao teor de gluten são: maior que 30%, teor elevado; 25% teor médio e menos do que 20% teor baixo. Para os resultados usados no presente trabalho observa-se que a farinha do tratamento testemunha apresentou um teor de 22,70% de gluten e se enquadra numa faixa abaixo do teor médio, enquanto que, os tratamentos que receberam adubação nitrogenada estão todos acima do teor médio, e, no ve dentre os 14 tratamentos apresentam farinhas com elevado teor de gluten.

Quanto à qualidade do gluten, parece não ter havido variação em função dos tratamentos, concordando com *COIC (1957)*, o qual afirma que a qualidade do gluten é dependente da variedade.

## CONCLUSÕES

Para o ano agrícola, local e variedade utilizada no experimento, podemos concluir que:

- a adubação nitrogenada, aumenta a produção e o tamanho dos grãos de trigo, independentemente da época, dose ou forma de aplicação.

- o parcelamento e aplicação mais tardias, favoreceram o aumento do teor de proteína principalmente para a dose de 90 kgN/ha, independentemente de forma de aplicação.

- a adubação nitrogenada parece influir na diminuição da qualidade das proteínas e no aumento do teor de gluten, sem influenciar na qualidade deste último.

## RESUMO

O presente trabalho teve como objetivo estudar a influência da adubação nitrogenada na cultura do trigo (*Triticum aestivum* L.) em condições de campo.

O ensaio foi realizado no ano de 1971 na Estação Experimental de "Vila Velha", da Secretaria da Agricultura do Estado do Paraná localizada no município de Ponta Grossa-PR.

Foram utilizados três níveis de nitrogênio, 0, 60 e 90 kg N/ha, sobre uma adubação fundamental de 120 kg  $P_2O_5$ /ha na forma de superfosfato simples com 21% de  $P_2O_5$  e 60 kg  $K_2O$ /ha como cloreto de potássio com 60% de  $K_2O$ .

O adubo nitrogenado foi a uréia com 45% de N, aplicada em forma sólida no sulco de plantio e em cobertura, na forma sólida e

como solução aquosa a 2% em pulverização foliar, no perfilhamento e emborrachamento.

Os resultados obtidos permitiram verificar um aumento na produção de grãos em função da adubação nitrogenada sendo que não se verificaram diferenças significativas para parcelamento ou época de aplicação, formas e doses de nitrogênio.

Considerando a produção de proteína, com base no N total, foram significativas as diferenças em favor das doses de 90 kgN/ha. Para as aplicações do adubo na forma sólida obtiveram-se melhores resultados quando do parcelamento ou aplicações mais tardias. Estas variações não se verificaram para as coberturas em pulverização foliar. As formas de aplicações foram equivalentes.

A aplicação de nitrogênio parece ter diminuído o teor de lisina e, também, aumentado o teor de gluten do grão do trigo, quando comparados com a testemunha.



## SUMMARY

The objective of the present work was to study the effect of nitrogen fertilizers on wheat (*Triticum aestivum* L.), under field conditions.

The experiments were carried out in 1971 at the "Vila Velha" Experimental Station of the Agricultural Office of the State of Paraná, situated in the urban district of Ponta Grossa-PR.

Three levels of nitrogen were tested, 0, 60 and 90 kgN/ha, in the presence of a basic fertilizer comprised of 120 kg  $P_2O_5$ /ha (in the form of superfosphate with 21% of  $P_2O_5$ ) and 60 kg  $K_2O$ /ha (in the form of potassium chloride with 60% of  $K_2O$ ).

The nitrogen fertilizer used was urea (with 45% of nitrogen)

applied in solid form in the planting furrow and as a top dressing, and in both the solid form and as a 2% solution sprayed onto the leaves at the tillering and booting stages.

The results obtained showed that an increase in grain production occurred when nitrogen was applied, although there was no significant difference between time of application, split application, form and quantity of nitrogen.

Production of protein, as measured by total nitrogen, was significantly higher for doses of 90 kgN/ha. As far as the use of fertilizer in the solid form is concerned best results were obtained with split application or with applications at later stages. This was not true however when application was made by spraying the leaves. The forms of application were equivalent.

Nitrogen application appears to diminish the level of lysine and increase the gluten content of the grain, when compared with the control.

LITERATURA CITADA

- ALFONSO GRISALES, G. e ALFONSO URIBE, H. - 1966.* Efecto del nitrono aplicado al suelo y al follaje sobre la produccion y el contenido de proteina del pasto pangola (*Digitaria decumbans*), Cenicafe, 17(4) out-dez. 132-140.
- ANUARIO ESTATISTICO DO TRIGO, safra 1970/1971.* Ministério da Agricultura, CCLF - Porto Alegre-RS.
- BAILEY, C.H. - 1944.* The constituinte of wheat and wheat products. ACS monograph séries. Reinhold publising corporation, New York.
- BOURLAUG, N.E. - 1969.* Mejoramiento del trigo: Su impacto en el abastecimiento mundial de alimentos - Centro Internacional de Mejoramiento de Maiz e Trigo - México.

- CATANI, R.A., J.R.GALLO e H.GARGANTINI - 1955. Amostragem do solo, métodos de análises, interpretação e indicações para fins de fertilidade. Boletim n° 69. Inst. Agron. Campinas.
- COIC, Y. - 1957. Influence de la nutrition et de la fertilisation azotée du blé sur la qualité du pain. Bulletin des Anciens élèves de l'Ecole Française de Meurenie. 157: 28-34.
- F.A.O. - 1957. F.A.O. Nutr. Studies (16). Nações Unidas - Organização de Nutrição e Alimentação.
- FINNEY, K.F., J.W.MEYER, F.W.SMITH e H.C.FRYER - 1957. Effect of foliar spraying of Pawnee wheat with urea solutins on yield, protein content and protein quality. Agr. J. 49: 341-347.
- GAITONDE, M.K., DOVEY, T. - 1970. A rapid and direct method for the quantitative determination of triptophan in the intact protein. Biochem. J. 117; 907.
- GARDNER, H.W. - 1955. Foliar application of nitrogen to winter wheat. Agricultura, 62: 267-269.
- GLORIA, H.A. de, R.A.CATANI e T.MATUO - 1965. O método do EDTA na determinação de cálcio e magnésio trocável do solo. Rvta. Agric. Piracicaba 40: 47-74.
- HAMID, A. - 1972. Efficiency of N uptake by wheat, as affected by time and rate of application, using N<sup>15</sup>-labelled ammonium sulphate and sodium nitrate. Plant and soil. 37:389-334.
- HERA, C. - 1970. Soil and fertilizer nitrogen in specific plant components, with emphasis on small grains. Environmental influences and fertilizer management. Nitrogen-15 in Soil-Plant Studies. Proceeding of a Symposium. IAEA/FAO-1971.
- HUCKLESBY, D.P., C.M.BROWN, S.E.HOWELL e R.H.HAGEMAN - 1971. Late spring application of nitrogen for efficient utilization and enhanced production of grain and grain protein of wheat. Agron. Jour. 63: 274-276.

- HUNTER, A.S., C.J.GERARD, H.M.WADDOUPS, W.E.HALL, H.E. CUSHMAN e L.A.ALBAN - 1958. The effect of nitrogen fertilizer on the relationships between increases in yields and protein content of Pastry-type wheats. Agron. J. 50: 311-314.
- JACKSON, M.L. - 1958. Soil Chemical Analysis. Englewood Cliffs, N. J. Prentice Hall Inc. 498 pp.
- KALCKMANN, R.E. - 1965. Contribuição ao estudo da adubação e das variedades de trigo, nos solos ácidos do Rio Grande do Sul. Tese não publicada. E.A.V.U.F.P. Curitiba-PR.
- KAUL, D.R. - 1973. Mutation breeding and crop protein improvement. Nuclear Techniques for Seed Protein Improvement. IAEA. Vienna.
- KENT-JONES, D.W. e A.J.AMOS - 1967. Modern cereal chemistry-sixth edition - Food Trade Press Ltd. p. 156. London
- LITTLER, J.W. - 1962. Effect of time and rate of application of urea to wheat. Queensland J. of Agric. Sci. 19: 323-344.
- LOTT, W.L., J.P.NERY, J.R.GALLO e J.C.MEDCALF - 1956. A técnica de análise foliar aplicada ao cafeeiro. Ibec Resrarch Institute Bol. nº 9.
- MALAVOLTA, E. - 1964. Curso interamericano de diagnose foliar. IICA ESALQ-USP, Piracicaba-SP (mimeografado).
- MATHUR, B.S., P.S.BHATNAGAR e S.SINGH - 1969. Foliar and soil applications of nitrogen to wheat. Trop. Agric. Trin. 46: 255-259.
- McCALLA, A.G. - 1933. The effect of nitrogen nutrition on the protein and non protein nitrogen of wheat. Con. Jour. Res. 9 542-570.
- McNEAL, F.H. e D.J.DAVIS - 1954. Effect of nitrogen fertilization on yield, culm number and protein content of certain spring wheat varieties - Agron. J. 46(8): 375-378.

- MINISTERIO DA AGRICULTURA - 1967.* Regras para análise de semente.  
120 pg.
- MOORE, S., D.H.PACKMAN e W.H.STEIN - 1958.* Cromatography of amino-acids on sulfonated polystyrene resins: an improved system. Anal. Chem. 30, 1185.
- MORRIS, H.D. e J.E.JACKSON - 1959.* Source and time of application of nitrogen for rye forage. Soil Sci. Soc. Amer. Proc. 23: 305-307.
- NEPTUNE, A.M.L. e J.F.PATELLA - 1970.* Efficiency of fertilizer nitrogen sources applied to wheat on influenced by times and rates of nitrogen applications. Final report - Annual Meeting -Rabat, Marrocos, Joint FAO/IAEA-CENA/ESALQ-USP.
- NERSON, H., e Z.KARCHI - 1972:* A comparative study of soil versus foliar application of ammonium nitrate to wheat under different moisture regimes - Israel J. Agric. Res. 22(3): 171-177.
- OVERBEECK, J. Von e H.K.WONG - 1970.* Como vivem as plantas. Trad. E.Malavolta. Livraria Pioneira Editora - Editora da Universidade de São Paulo - São Paulo. 170 p.
- PAN, W. - 1969.* Trigo no norte do Paraná - IPEAME - Circular nº 1. Colombo-PR.
- PATELLA, J.F. - 1969.* Resultados obtidos com a cultura do trigo no Setor de Solos do IPEAS em 1969. mimeografado, 11 pg. Pelotas-RS
- PUENTE, F., E.S. de GOES e R.J.LAIRD - 1958.* El tiempo de aplicación del nitrogeno afecta al rendimiento y calidad del trigo. Agric. Tec. en México. 1957-1958 - 5: 33-34.
- RAMON, F.G. y R.J.LAIRD - 1958.* Humedad del suelo y fertilización nitrogenada. Su relación con el contenido de proteínas en el trigo. 1957-1958 - 5: 31-32.

- RAMOS, M.G. - 1970. Resultados de adubação. Resumo apresentado à Reunião Nacional de Trigo. Porto Alegre-RS. (mimeografado).
- RANKIN, W.H. - 1946. Effect of nitrogen supplied at various stages of growth on the development of wheat plant. Soil. Sci. Soc. Amer. Proc. 11: 384-387.
- SADAPHAL, M.N. e N.B.DAS - 1966. Effect of spraying urea no winter wheat (*Triticum aestivum*). Agr. J. 58(2): 137-141.
- SRIYASTAVA, K.N., V.PRAKASHI, R.DE e M.S.NAIK - 1970. Improvement of the quality of proteins of "S277" wheat by nitrogen fertilization under rain-fed conditions - Indian J. Agric. Sci. 41(3): 202-205.
- THORNE, G. - 1955. Nutrient uptake from leaf sprays by crops. Field crops abstracts. 8: 147-151.
- VILLA NOVA, N.A., K.REICHARDT e A.A.ORTOLANI - 1968. Principais métodos climáticos de estimativa e de media da perda de água de superfícies naturais. ESALQ-USP - Piracicaba-SP (mimeografado).
- VLASYUK, P.A. e G.S.RUDENKO - 1969. Industrial breadbaking properties of winter wheat grain at various fertilization levels. Soviet Soil Science. 3: 321-325.
- WAHHAB, A. e I.HUSSAIN - 1957. Effect of nitrogen on growth, quality, and yield of irrigated wheat in west Pakistan. Agron. J. 49: 116-119.
- WITWER, S.H. e F.G.TEUBNER - 1959. Foliar absorption of mineral nutrients. Annual Rev. of Plant Phys. 10: 13-32.

APÊNDICE



Gramas de aminoácido por 100 g de proteína

A.A.	T r a t a m e n t o s														
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Lys	3,03	2,57	2,30	1,71	2,56	1,79	2,13	2,69	2,23	1,94	1,69	2,93	2,29	1,72	1,90
His	2,28	2,10	1,93	1,72	2,19	2,02	2,34	2,88	1,81	2,09	1,81	2,54	2,36	1,92	2,00
NH <sub>3</sub>	7,33	5,83	5,32	4,85	3,89	3,93	4,01	4,37	4,16	3,43	2,49	4,28	4,94	2,69	3,06
Arg	4,44	4,06	3,98	3,00	4,10	3,24	3,79	4,66	5,24	3,30	3,21	4,41	4,19	3,69	3,23
Asp	6,03	3,94	3,66	4,07	4,05	3,75	4,01	4,66	3,94	3,73	3,29	4,12	4,19	3,51	3,49
Thr	2,59	2,41	2,43	2,28	2,50	2,42	2,39	2,98	2,50	2,32	1,99	2,55	2,52	2,03	2,22
Ser	3,47	3,33	3,33	8,24	3,55	3,12	3,56	4,02	3,98	3,22	2,85	3,50	3,63	3,06	3,22
Glu	47,72	35,93	36,61	27,72	43,09	36,21	16,58	47,79	16,58	28,08	28,31	36,38	29,99	33,43	38,82
Pro	13,01	5,15	9,82	10,58	10,54	10,91	11,57	14,09	10,62	9,37	8,04	7,97	10,85	9,38	9,65
Gly	4,08	3,83	3,59	3,18	3,91	3,29	3,49	4,47	3,94	3,51	3,03	3,79	3,84	3,19	3,22
Ala	3,71	3,67	2,76	2,73	3,03	2,91	3,00	3,84	2,99	2,82	2,50	2,99	3,03	2,65	2,76
Val	4,66	5,09	3,90	4,22	4,65	4,28	5,57	6,68	4,33	4,30	3,74	4,38	4,61	4,03	4,01
Met	0,09	0,06	0,33	0,38	0,39	0,25	0,36	0,53	0,33	0,35	0,93	0,31	0,85	0,77	0,39
Ile	3,64	3,47	3,52	5,25	4,05	3,53	3,78	5,02	3,66	3,20	2,84	3,51	3,76	3,54	3,48
Leu	6,48	6,53	6,40	8,91	7,37	6,21	6,63	8,59	6,89	6,39	5,39	6,77	6,89	6,13	6,22
Tyr	1,09	1,52	1,19	2,01	1,73	1,22	1,86	3,33	1,66	1,47	2,27	2,05	2,90	2,51	1,57
Phe	3,96	4,87	3,86	3,86	4,52	3,96	4,27	5,39	4,37	3,97	3,31	4,29	4,51	3,71	4,41
Trp	1,43	1,45	1,28	1,44	1,42	1,42	1,34	1,41	1,30	1,47	1,42	1,45	1,37	1,33	1,39