

EPOCA DE APLICAÇÃO DO NITROGÊNIO E SEU
EFEITO SOBRE A PRODUTIVIDADE DO ARROZ
IRRIGADO (*Oryza sativa*)¹

Abner da Silva Perpétuo²

Moacyr de Oliveira Camponez do Brasil Sobrinho³

Geraldo Guimarães⁴

INTRODUÇÃO

A cultura de arroz irrigada é a principal atividade agrícola do Vale do Paraíba, que é, praticamente, a região do Estado de São Paulo que a ela mais se dedica. Por outro lado, é muito importante estudar bem as condições dessa cultura, a fim de poder não só elevar a sua produtividade, como também extrapolar tais resultados para outras regiões do Estado e do País.

A cultura de arroz irrigada na região do Vale do Paraíba apresenta baixa produtividade de arroz em casca por hectare. Isto é consequência, entre outros fatores, da elevada infestação de arroz vermelho, que ocorre de forma generalizada nas suas várzeas, onde esta cultura vem sendo explorada há quase um século.

¹Parte da dissertação de mestrado do primeiro autor junto ao C.P.G. de Fitotecnia (ESALQ/USP).

²Banco do Brasil S.A.

³Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", USP, Piracicaba.

⁴Estação Experimental, DAEE, Pindamonhangaba, SP.

O Campo de Pesquisa - Estação Experimental do Departamento de Águas e Energia Elétrica - DAEE - em Pindamonhangaba - Estado de São Paulo, vem realizando, há muitos anos, uma série de estudos, visando a erradicação da planta daninha. Chegou à conclusão de que a única maneira efetiva de acabar com o arroz vermelho seria a implantação da cultura de arroz por transplântio de mudas, principalmente com o emprego de variedades de porte baixo.

Contudo, a tecnificação da cultura de arroz por transplântio de mudas está a exigir uma série de estudos antes que se estenda por grandes áreas. Um deles seria a escolha da melhor época de aplicação do fertilizante, a fim de que os nutrientes sejam mais prontamente aproveitados pelas plantas de arroz, assim, acelerando o seu crescimento e contribuindo para aumentar a produtividade, além de ajudar na exterminação do arroz vermelho.

As finalidades do presente trabalho foram, portanto, a de estudar a melhor época de aplicação do PK em conjunto e a conveniência de parcelar o nitrogênio em duas ou três épocas, levando-se em conta 3 fases do ciclo da cultura e a sua influência na produtividade e nas características ligadas à qualidade do produto:

- 1 - antes do transplântio das mudas, no barro;
- 2 - após o transplântio das mudas no início do enraizamento
- 3 - nos primórdios das panículas.

REVISÃO DE LITERATURA

MATSUSHIMA (1961) afirma que a produtividade de grãos de arroz depende de muitos fatores e mais diretamente do número de panículas por m^2 , do número de grãos por panícula, da porcentagem de granação e do peso de 1000 grãos. Esses fatores podem, com facilidade, ser

controlados e incrementados durante o desenvolvimento do ciclo da planta.

Com a fertilização adequada pode-se estimular essas características.

No Brasil, LEITE et al. (1963) obtiveram bons resultados com a aplicação do nitrogênio nas lavouras de arroz.

Segundo ISHIZUKA (1964), em culturas irrigadas, a necessidade de N é alta nos primeiros estágios de crescimento, baixando após o transplante. Mas a não colocação do N poderá conduzir a distúrbios na planta, com queda no desenvolvimento vegetativo, no número de panículas e no peso dos grãos.

As coberturas com N, que precedem o aparecimento da inflorescência ou são feitas já em plena frutificação, podem não influenciar no número de perfilhos, mas poderão beneficiar a fertilização das flores e o desenvolvimento da panícula, aumentando o número de grãos (MATSUSHIMA, 1964).

SCHIMIDT & GARGANTINI (1970) obtiveram boas respostas à aplicação de N até a dose de 120 kg/ha, sendo 20% na semeadura e o restante em cobertura (cultura irrigada por inundação).

MATSUSHIMA (1969) encarece que o conhecimento dos estágios de desenvolvimento da planta são muito importantes, devendo-se recomendar as operações em função das fases do ciclo, e não em função do calendário. As fases de desenvolvimento podem variar no número de dias em função das condições climáticas, mesmo dentro de uma mesma variedade.

O efeito do nitrogênio na produção do arroz inundado foi ainda constatado por LEITE et al. (1970a) e por LEITE et al. (1970b), no Vale do Paraíba.

GOMES et al. (1976) observaram que o nitrogênio, aplicado em duas vezes, 1/3 na adubação básica e 2/3 na diferenciação do primórdio global, foi a melhor forma estudada. A aplicação no perfilhamento e no surgimento da panícula não surtiram o efeito desejado.

MATERIAL E MÉTODOS

Clima e Solo

A área utilizada para a instalação dos experimentos faz parte das terras do Campo de Pesquisas do Vale do Paraíba, do Departamento de Águas e Energia Elétrica da Secretaria de Obras e Meio Ambiente do Governo do Estado de São Paulo, município de Pindamonhangaba, SP.

Os dados meteorológicos referentes aos períodos dos experimentos, encontram-se no quadro I.

Os solos vinham sendo cultivados com arroz em anos anteriores e foram classificados como Solos Azonais, Série Água Preta e Série Barro de Telha (VERDADE et al., 1961), denominados de local um (L₁) e local dois (L₂), respectivamente.

Dos locais dos experimentos, retiraram-se amostras compostas de solo, conforme CATANI et al. (1955) e as análises químicas foram processadas no Instituto Agrônomo de Campinas, cujos resultados analíticos encontram-se no quadro II.

Preparo do Solo

O preparo do solo foi realizado através de uma aração, seguida de gradagens, 60 dias antes da instalação do experimento. Em seguida, o solo foi inundado para ser corrigido o nivelamento (tomando-se a água como referência de nível) e preparo do barro. O excesso de água experimental foi retirado 2 dias antes do transplantio das mudas.

Quadro I - Dados meteorológicos (temperatura máxima, temperatura mínima e precipitação) referentes ao período do experimentos, nos anos agrícolas 1972/73, 1973/74, 1974/75 e 1975/76. Estação Experimental do DAEE-Pindamonhangaba. E.S. Paulo.

Ano Agrícola	Meses	Temp.Máx. (°C)	Temp.Mín. (°C)	Precipitação (mm)
1972/73	Set.	26,5	12,2	19,5
	Out.	27,2	14,0	39,0
	Nov.	28,0	15,8	27,5
	Dez.			
	Jan.	31,2	17,8	116,8
	Fev.	32,5	17,1	42,7
	Mar.	28,6	16,2	31,2
	Abr.	29,4	16,1	47,2
1973/74	Set.	25,1	11,3	19,3
	Out.	26,3	12,9	32,0
	Nov.	26,5	13,4	34,6
	Dez.	32,2	18,5	132,5
	Jan.	29,9	16,6	37,8
	Fev.	32,0	16,1	28,3
	Mar.	29,6	16,5	59,4
	Abr.	26,1	13,4	17,7
1974/75	Set.	27,7	10,6	13,8
	Out.	28,1	12,2	37,7
	Nov.	29,7	13,7	19,8
	Dez.	26,8	15,5	83,3
	Jan.	28,6	16,5	46,9
	Fev.	30,6	17,6	32,6
	Mar.	29,7	16,1	49,3
	Abr.	26,6	11,2	18,3
1975/76	Set.	27,6	10,9	6,7
	Out.	27,4	13,9	46,4
	Nov.	27,4	15,0	56,4
	Dez.	29,6	16,6	39,8
	Jan.	30,9	17,3	45,0
	Fev.	28,1	16,3	34,3
	Mar.	29,0	15,8	25,9
	Abr.	27,3	13,1	29,9

Quadro II - Características químicas dos solos.

Solo	pH (em água)	MO (%)	PO ₄ ³⁻ solúvel em H ₂ SO ₄ 0,05N			
			K ⁺	Ca ⁺² +Mg ⁺²	Al ⁺³	
meg/100g T.F.S.A.						
Água Preta	4,9	5,75	0,08	0,11	2,30	1,80
Barro de telha	5,1	3,50	0,35	0,26	4,00	0,83

Condução do ensaio

O presente trabalho foi conduzido durante 4 anos agrícolas a saber: 1972/73, 1973/74, 1974/75 e 1975/76.

As mudas foram produzidas segundo recomendação de GUIMARÃES (1962) e o transplântio foi realizado mecanicamente a 2cm de profundidade, quando as mudas tinham 20 dias de idade e encontravam-se com 4 a 5 folhas, nas seguintes datas:

Anos Agrícolas	Datas	Anos agrícolas	Datas
1972/73	17/11	1974/75	13/11
1973/74	10/11	1975/76	09/11

A adubação foi feita a lanço e consistiu na aplicação de 90 kg/ha de N na forma de uréia, 90 kg/ha de P₂O₅ na forma de superfosfato triplo e 30 kg/ha de K₂O na forma de cloreto de potássio. Em todos os tratamentos, metade da dose de N e as doses completas de P e K seguiram o planejamento adotado, nas datas que se encontram no quadro III, enquanto que a outra metade de N foi aplicada por ocasião da ocorrência do primórdio da panícula (60-70 dias após o transplântio das mudas).

Quadro III - Datas das adubações nos anos agrícolas: 1972/73, 1973/74, 1974/75 e 1975/76.

Épocas da adubação	72/73	73/74	74/75	75/76
No "barro"	17/11	10/11	13/11	9/11
No enraizamento	24/11	25/11	20/11	16/11
No primórdio floral	17/01	20/01	17/01	20/01
Dias decorridos para o primórdio	54	56	58	55

Foram tomados, durante o experimento, todos os cuidados fitossanitários necessários ao bom andamento da cultura.

Para acelerar e uniformizar a maturação, drenou-se o solo, nos 4 anos agrícolas, aos 125 e 130 dias após o transplântio das mudas.

A variedade de arroz escolhida para os experimentos foi a Filipina IR8-288-3, por ser a mais cultivada na região.

Delineamento experimental

Os experimentos foram delineados em fatorial 3 x 2, com 3 repetições. Os tratamentos consistiram na distribuição dos adubos em 3 épocas distintas da cultura, denominadas E₁, E₂ e E₃, em dois locais diferentes (L₁ e L₂), conforme o quadro IV.

Quadro IV - Esquema dos tratamentos utilizados para cada local.

Época	Tratamentos		
	No barro	Enraizamento	Primórdio global
E ₁	1/2 N-PK	0	1/2 N
E ₂	0-PK	1/2 N	1/2 N
E ₃	0	1/2 N-PK	1/2 N

O tratamento denominado "no barro" representa a fase em que o terreno já foi preparado e incubado fundo no estado de barro mole. Dois dias após ser drenada a água, procedeu-se a adubação que foi feita a lanço, com

metade da dose de nitrogênio e mais o fósforo e potássio (N/2 PK) no caso da época E₁ e somente com o fósforo e potássio no tratamento E₂.

A 2ª época, que corresponde ao enraizamento da muda, representa os primeiros 7 a 15 dias após o transplante.

A 3ª época corresponde à fase do ciclo na qual a planta mostra o aparecimento dos primórdios da panícula que corresponde à época das coberturas nitrogenadas. Essa operação não foi instituída como um tratamento especial e se acha incluída em E₁, E₂ e E₃.

As parcelas eram formadas de 14 linhas de 5 cm de comprimento cada com os espaçamentos de 30cm entre linhas e 18cm entre touças, numa área total de 21m². Cada touça era constituída, em média, de 3 a 5 mudas. Na colheita, desprezou-se as 3 linhas de cada lado e foram colhidas as 8 linhas centrais das parcelas, resultando em uma parcela de 10m² de área útil.

Coleta de dados

Nos anos agrícolas foram observadas apenas as produções de grãos, expressas em kg/ha.

Depois de trilhado, o arroz foi seco em terreiro, até atingir 13% de umidade, e somado às sementes das panículas colhidas anteriormente. Assim se obteve a produção de grãos por parcela. Este dado foi transformado em kg/ha.

Análise estatística dos dados

As análises estatísticas foram feitas como um fatorial em blocos ao acaso, segundo PIMENTEL GOMES (1963).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Produção de grãos

No quadro V acham-se as médias de produção de grãos, em kg/ha, referentes a épocas de adubação, aos locais, bem como as d.m.s. de Tukey e o coeficiente de variação para os anos agrícolas 1972/73, 1973/74, 1974/74 e 1975/

76. Os dados de cada ano agrícola e depois em conjunto serão discutidos em itens separados.

Ano agrícola 1972/73

A análise de variância dos dados de produção de grãos para o ano agrícola 1972/73, contidos no quadro V, não revelou resposta significativa para nenhum dos tratamentos. No referido quadro se encontram as médias de épocas de adubação e de locais comprovados pelo teste de Tukey a 5% e pode se constatar que, realmente, não houve diferenças entre as médias nem para épocas, nem para locais.

Ano agrícola 1973/74

A análise de variância dos dados de produção de grãos para o ano agrícola 1973/74, contidos no quadro V revelou diferenças significativas ao nível de 1% de probabilidade para a época de adubação.

Quadro V - Produção de grãos (kg/ha). Anos agrícolas 1972/73, 1973/74, 1974/75 e 1975/76 e conjunto dos anos agrícolas. Médias referentes a épocas de adubação, locais e anos.

Tratamentos	72/73	Peso de grãos Anos Agrícolas		75/76	Conjunto 4 anos
		73/74	74/75		
Médias					
Época de adubação					
E1	6.207 a	6.707 a	6.732 a	6.045 a	6.423 a
E2	5.958 a	5.207 b	6.458 a	5.783 a	5.854 b
E3	5.861 a	5.443 b	6.893 a	5.882 a	6.020 b
d.m.s. (5%)	753	607	713	295	294
Locais					
L1	6.022 a	5.856 a	6.093 b	5.879 a	5.962 b
L2	6.011 a	5.716 a	7.293 a	5.928 a	6.233 a
d.m.s. (5%)	499	403	473	195	374
C.V. (%)	7,9	6,6	6,7	3,2	6,9
Interação					
Épocas x Anos (conjunto)					
		A1	A2	A3	A4
E1	6.207 a	6.707 a	6.732 a	6.045 a	
E2	5.968 a	5.207 b	6.458 a	5.783 a	
E3	5.861 a	5.443 b	6.893 a	5.882 a	
d.m.s. (5%)	588				
Locais x Anos					
		A1	A2	A3	A4
L1	6.022 a	5.856 a	6.093 ^c b	5.829 a	
L2	6.011 a	5.716 a	7.296 a	5.928 a	
d.m.s. (5%)	400				

No mesmo quadro, examinando-se os dados das médias de épocas de adubação, constata-se que a média de E₁ (adubação nitrogenada com a metade da dose de N no barro ao lado das doses inteiras de P e K) foi superior às médias dos demais tratamentos pela d.m.s. a 5% de Tukey. Não houve diferenças entre as médias de E₂ e E₃.

Para os locais não houve diferença. $L_1 = L_2$.

Ano agrícola 1974/75

As análises de variância dos dados do ano agrícola 1974/75, no quadro V, revelaram diferenças significativas da ordem de 1% de probabilidade pelo teste F apenas para locais de plantio.

As médias de locais, no mesmo quadro, mostram diferenças pela d.m.s. de Tukey a 5%, sendo $L_2 \neq L_1$.

Entre épocas de adubação as diferenças não foram significativas pelo teste de Tukey a 5%.

Ano agrícola 1975/76

As análises de variância dos dados do ano agrícola 1975/76, contidas no quadro V, não mostram diferenças significativas pelo teste de F, nem para épocas, nem para locais, comprovadas também, pelo teste de Tukey, no mesmo quadro.

Conjunto dos anos agrícolas (4 anos)

Os dados do conjunto dos anos agrícolas também se encontram no quadro V.

A análise de variância do conjunto de dados referentes aos dados de produção de anos agrícolas revelou respostas significativas para F ao nível de 1% de probabilidade para épocas de adubação, para locais, para anos e para as interações Épocas x Anos e Locais x Anos.

Sendo a interação Épocas x Anos significativa pelo teste de F, foi feita a decomposição da interação, contida no mesmo quadro. Verifica-se que, dentro dos anos agrícolas, somente no ano 73/74 houve diferenças entre as médias correspondentes a épocas: E_1 foi superior às de mais E_2 e E_3 . Foi o único caso de superioridade de uma época sobre outra no decorrer dos 4 anos de ensaio.

Entre locais, no ano agrícola 1974/75 o local 2 deu maior produção de grãos do que o local 1. Nos demais não houve diferenças.

Embora não tenha havido efeito de épocas para 3 anos de produção, pode-se admitir a E_1 como a mais indicada das épocas devido não só ter se destacado sobre as duas outras no ano agrícola 1973/74 como também, foi a consagrada como a mais eficiente quando se estudou as características de qualidade, medidas pelo número de panículas/m², número de grãos por panícula, porcentagem de grãos granados e peso de 1000 grãos (PERPETUO, 1977).

Além desses argumentos ainda pode se levar em conta que a adubação no barro, antes do plantio, feita com metade da dose de N na forma de uréia e aplicada junto com as doses inteiras de P_2O_5 e K_2O elimina a operação da adubação no enraizamento, proposto na E_2 para N. Em relação à E_3 torna-se mais difícil do que a E_1 a distribuição do N/2 PK no enraizamento devido as mudas já se encontrarem plantadas. Quanto à cobertura no primórdio com N/2, foi recomendada para as 3 épocas.

CONCLUSÕES

Considerando a sua influência nas características biométricas da planta e dos grãos e na produção de grãos de arroz, a época mais adequada de aplicação do nitrogênio foi a distribuição de metade da dose no barro, junto com o PK e metade no primórdio da panícula.

SUMMARY

The aim of the work reported here was to study the best occasion to place fertilizer in irrigated rice (*Oryza sativa* L.).

The experiment was carried out under field conditions at "Vale do Rio Paraíba, Centro de Pesquisas do Departamento de Águas e Energia Elétrica", São Paulo State, municipality of Pindamonhangaba.

A IR8-288-3 - Filipinas variety was used; a factorial 3x2 experimental design (three replicates) was applied; the treatments were three systems of fertilizer application (NPK on loam; PK in loam, N on rooting period; NPK on rooting period), set under two different soils (Água Preta and Barro de Telha series). In all cases one half of N was placed at the start of the panicle.

The experiment allowed the following conclusions:

- a) The systems did not affect rice yield;
- b) Both soils behaved similarly in relation to the yield;
- c) The system using NPK in loam and N at the start of the panicle is the most practical, because it is more simple and uses one operation less than the others.

LITERATURA CITADA

CATANI, R.A., J.R. GALLO & H.H. GARGANTINI, 1955. Amostragem de solos, métodos de análise e interpretação e indicações gerais para fins de fertilidade. Bol. Inst. Agron. Campinas, nº 69, 29 pág.

- GOMES, A.S., J.F. PATELLA & L.C. VAHAL, 1976. Doses e épocas de aplicação de nitrogênio em arroz irrigado. **Agros**, Pelotas 11(1): 33-39.
- GUIMARÃES, G., 1960. **Experimento de épocas, espaçamento e densidade de sementeira do arroz em duas séries de solo**, Departamento de Águas e Energia Elétrica do Estado de São Paulo, 11 pág. (mimeografado).
- GUIMARÃES, G., 1962. **Experimento de época, espaçamento e densidade de sementeira do arroz em duas séries de solo**, Departamento de Águas e Energia Elétrica do Estado de São Paulo, 13 pág. (mimeografado).
- ISHIZUKA, Y., 1964. **The mineral nutrition of the rice plant**, The International Rice Research Institute, The John Hopkins Press, Maryland, USA, 199-217.
- LEITE, N., H.H. GARGANTINI & L.S. HUNGRIA, 1970. Effects of N and P fertilizers on rice grown on alluvial soils under irrigation. **Bragantia** 29: 115-125.
- LEITE, N., H.H. GARGANTINI & A.G. GOMES, 1963. Adubação nitrogenada para a cultura do arroz irrigado. **Bol. Técnico Dep. Águas e Energia Elétrica**, nº 1.
- LEITE, N., H.H. GARGANTINI, A.G. GOMES & T. IGUE, 1970b. Efeitos de diferentes fertilizantes nitrogenados no aumento da produtividade do arroz irrigado. **Bragantia** 29(10): 162-172.
- MATSUSHIMA, S., 1961. **Theory and techniques of rice cultivation**, Federation of Malaya Depart. Agric, Kuala Lumpur, 257 pág.
- MATSUSHIMA, S., 1964. **The mineral nutrition of the rice plant**, The International Rice Research Institute, The John Hopkins Press, Maryland, USA, 219-242.

- MATSUSHIMA, S.Y., 1969. **How the stages of development in the rice plant can be distinguished**, Fuji Publishing Co. Ltd., Tokyo, 20 pág.
- PERPETUO, A., 1977. **Sistema de aplicação de adubo no arroz irrigado (*Oryza sativa* L.)**. Dissertação de Mestrado apresentada na ESALQ/USP.
- PIMENTEL GOMES, F., 1983. **Curso de Estatística Experimental**, 2ª ed., Univ. de São Paulo, Esc. Sup. Agric. "Luiz de Queiroz", Piracicaba, 384 pág.
- SCHMIDT, N.C. & H.H. GARGANTINI, 1970. Aplicação de nitrogênio em cobertura, em cultura de arroz. **Bragantia** 25: 57-64.
- VERDADE, F.C., L.C. HUNGRIA, R. RUSSO, A. KUPPER, H.P. MEDINA, F. CROHMANN & A.C. NASCIMENTO, 1961. Levantamento pedológico do campo de pesquisas de Água Preta. **Bragantia** 20(39): 679-700.