

EFEITOS DE NÍVEIS DE NITROGÊNIO SOBRE O TEOR DE PROTEÍNA DOS GRÁOS DE VARIEDADES E SELEÇÕES DE ARROZ^{1/}

Paulo Sérgio Lima e Silva^{2/}
Sylvio Starling Brandão^{3/}

1. INTRODUÇÃO

Qualitativamente, a proteína do grão de arroz é razoável, mas, quantitativamente, deixa a desejar (5). O grão desse cereal contém todos os aminoácidos essenciais, embora em proporções não idealmente balanceadas (8), mas apresenta baixo teor de proteína, em relação ao encontrado nos grãos de outros cereais, como trigo, cevada e milho (5). Dois terços da população humana do globo terrestre têm, no arroz, a base de sua alimentação. Devido à deficiência de proteína na alimentação de parte da população que usa o arroz como alimento básico, há grande interesse em melhorar a qualidade e a quantidade da proteína dos grãos dessa gramínea (8). Diversos autores (1, 2, 5, 6, 8) têm verificado a eficiência da adubação nitrogenada em aumentar a porcentagem de proteína do grão de arroz, tendo sido verificadas, ademais, diferenças varietais, quanto à resposta ao nitrogênio, no teor de proteína do grão.

Objetivou-se, com este trabalho, estudar a natureza da resposta ao nitrogênio, quanto ao teor de proteína dos grãos, de variedades e seleções de arroz irrigadas por submersão.

^{1/} Parte da tese apresentada à Universidade Federal de Viçosa, pelo primeiro autor, como uma das exigências para a obtenção do grau de «Magister Scientiae» em Fitotecnia.

Aceito para publicação em 11.8.1986.

^{2/} Departamento de Fitotecnia da Escola Superior de Agricultura de Mossoró (ESAM). Caixa Postal 137. 59600 Mossoró, RN.

^{3/} Departamento de Fitotecnia da U.F.V. 36570 Viçosa, MG.

2. MATERIAL E MÉTODOS

Os trabalhos de campo foram realizados na Escola Superior de Agricultura da Universidade Federal de Viçosa (UFV), Minas Gerais, durante o ano agrícola 1974/75. O solo do local do experimento, um Podzólico Vermelho-Amarelo Câmbico, fase terraço, apresentou as seguintes características: pH = 5,9; Al trocável = 0,05 eq. mg/100g de solo; Ca + Mg = 5,80 eq. mg/100g de solo; P = 18,80 ppm; K = 176,00 ppm; matéria orgânica = 2,14%; e C = 1,24%.

Utilizaram-se parcelas subdivididas, no delineamento em blocos casualizados, com quatro repetições. Os níveis de nitrogênio foram aplicados nas parcelas e as variedades nas subparcelas. Foram estudadas as variedades 'IAC-435', 'De Abril' e 'CICA-4' e as seleções 'IR-634-9-5-4', 'IR-661-1-140-3' e 'IR-665-4-1'. Daqui por dante, essas seleções serão denominadas apenas 'IR-634', 'IR-661' e 'IR-665', respectivamente. A adubação nitrogenada foi feita com sulfato de amônio, aplicado em quantidades suficientes para fornecer ao solo 0,45 e 90 kg de N/ha. Um terço do nitrogênio utilizado foi incorporado ao solo por ocasião do transplante e os dois terços restantes foram aplicados, em cobertura, no início da diferenciação floral das variedades e seleções estudadas. Juntamente com a primeira dose de nitrogênio, aplicou-se também, em todas as parcelas, uma adubação básica de 90 kg de P₂O₅/ha e 60 kg de K₂O/ha, como superfosfato simples e cloreto de potássio, respectivamente.

As análises do teor de proteína dos grãos apenas descascados (não brunidos) e dos grãos brunidos foram realizadas na UFV, logo após a colheita dos grãos. Para descascar esses grãos, usou-se o aparelho «Mac Gill Sheller». O arroz brunido foi obtido por meio de brunição dos grãos descascados no aparelho "Mac Gill Miller n.º 3". Na determinação do teor de proteína utilizou-se o método semimicro de Kjeldahl. Os teores protéicos foram expressos em porcentagem, multiplicando-se o nitrogênio dos grãos pelo fator 6,25.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1. Teor de Proteína dos Grãos Nao Brunidos (Arroz Pardo ou Arroz Esbramado)

As variedades e seleções estudadas comportaram-se diferentemente, conforme a adubação nitrogenada, no que se refere ao teor de proteína dos grãos não brunidos (Quadro 1). Na variedade 'IAC-435' e na seleção 'IR-661', essa característica não foi alterada pelo nitrogênio. Em outro trabalho, realizado em Viçosa, MG, todavia, verificou-se (2) que o nitrogênio aplicado no solo aumentou o teor de proteína dos grãos não brunidos da seleção 'IR-661', quando cultivada em condições de irrigação por aspersão. Essa discordância era esperada, visto que as condições ambientais influenciam muito o teor de proteína dos grãos de arroz (5). Por outro lado, KIK e STURGIS *et alii*, citados por PATRICK *et alii* (8), verificaram, semelhantemente ao que foi encontrado no presente trabalho, com a variedade 'IAC-435' e seleção 'IR-661', que tratamentos com fertilizantes falharam em aumentar significativamente o teor de proteína dos grãos de cultivares de arroz.

Nas variedades 'De Abril' e 'CICA-4' o teor de proteína dos grãos não brunidos aumentou com o aumento da quantidade de nitrogênio aplicada no solo (Quadro 1). Contudo, apenas o teor protéico obtido com a aplicação de 90 kg de N/ha diferiu significativamente do conseguido sem a adubação nitrogenada. Aumentos

QUADRO 1 - Teor médio de proteína, em porcentagem, de grãos a penas descascados (arroz esbramado) de variedades e seleções de arroz, conforme os níveis de nitrogênio.

Variedades e Seleções	Nitrogênio aplicado (kg/ha)		
	0	45	90
IAC-435	8,05 a	BC	7,55 a
De Abril	7,08 b	D	7,33 ab
CICA-4	7,85 b	C	8,05 ab
IR-634	8,73 a	A	7,90 b
IR-661	8,25 a	AB	7,93 a
IR-665	8,35 ab	AB	8,23 b

C.V., % (p/parcelas) = 6,7

C.V., % (p/subparcelas) = 3,7

1/ Em cada série de médias, os valores seguidos da mesma letra minúscula, em cada linha, e da mesma letra maiúscula, em cada coluna, não diferem significativamente, ao nível de 5%, pelo teste de Tukey.

nas porcentagens de proteína dos grãos de arroz, como resultado de adubações nitrogenadas, também têm sido verificados por outros autores (1, 5, 6).

As seleções 'IR-634' e 'IR-665' apresentaram comportamento mais ou menos semelhante, com a adubação nitrogenada, quanto ao teor de proteína dos grãos não brunitidos (Quadro 1). Nelas, o teor de proteína dos grãos produzidos nas parcelas que receberam 45 kg de N/ha foi inferior ao dos grãos das parcelas não adubadas ou adubadas com 90 kg de N/ha. Na seleção 'IR-634', a porcentagem de proteína no nível 45 foi inferior às obtidas nos demais níveis, só diferindo significativamente da do nível zero. Na seleção 'IR-665', o teor de proteína do arroz esbramado obtido com 45 kg de N/ha foi menor que os teores encontrados com 0 e 90 kg de N/ha. Mas, nesse caso, a porcentagem de proteína do arroz adubado com 45 kg de N/ha somente diferiu estatisticamente da correspondente ao nível 90. Em trigo, cultura muito estudada no que diz respeito ao teor protéico dos grãos, de acordo com as adubações nitrogenadas, fenômeno semelhante ao obtido no presente trabalho com as seleções 'IR-634' e 'IR-665' tem sido relativamente comum. Nessa cultura, diversos autores (3, 4, 7) têm observado que doses moderadas de nitrogênio podem diminuir o teor protéico dos grãos.

O Quadro 1 mostra ainda que as variedades e seleções diferiram entre si quanto ao teor protéico dos grãos não brunitidos. Na ausência da adubação, a seleção 'IR-634' superou as três variedades, mas não diferiu significativamente das outras duas seleções IR. Por outro lado, a variedade 'De Abril' foi superada pelas demais variedades e seleções avaliadas. Aliás, essa variedade mostrou também o menor

teor de proteína nos grãos não brunidos com a aplicação de 45 kg de N/ha. Nesse caso, foi suplantada significativamente apenas pela variedade 'CICA-4' e pela seleção 'IR-665', que apresentaram as maiores porcentagens de proteína. Esses genótipos, juntamente com a seleção 'IR-634', foram os que mais produziram proteína nos grãos não brunidos com a dose de N mais elevada (90 kg/ha).

3.2. Teor de Proteína dos Grãos Brunidos

As variedades e seleções estudadas comportaram-se diferentemente, com o aumento das doses do fertilizante nitrogenado adicionado ao solo, também no que se refere ao teor de proteína dos grãos brunidos (Quadro 2). Esse teor foi alterado (e nesse caso positivamente) apenas na variedade 'De Abril' e na seleção 'IR-665'. Em ambas, a aplicação de 90 kg de N/ha determinou teores protéicos estatisticamente superiores aos obtidos com os outros dois tratamentos (0 e 45 kg de N/ha). Na ausência do nitrogênio, a variedade 'De Abril' foi suplantada pelas demais variedades e seleções avaliadas (à exceção da variedade 'IAC-435'), que não diferiram entre si, significativamente. Com a aplicação de 45 kg de N/ha, menor teor de proteína nos grãos brunidos foi também encontrado na variedade 'De Abril', mas esse teor só diferiu estatisticamente dos observados nos grãos da variedade 'CICA-4' e das seleções 'IR-661' e 'IR-665'. A seleção 'IR-665', com a dose de 90 kg de N/ha, apresentou o maior teor protéico, distinguindo-se das demais variedades e seleções, entre as quais não foi verificada diferença significativa.

Não foram testadas estatisticamente as diferenças entre os teores de proteína dos grãos não brunidos e brunidos. Contudo, todos os valores referentes aos grãos não-brunidos (Quadro 1) foram superiores aos respectivos valores dos grãos brunidos (Quadro 2). Isso pode indicar a existência de algum fator, com ação sistemática, que determina a superioridade dos valores protéicos dos grãos brunidos. Superioridade semelhante a essa foi encontrada por outros autores (2, 8) e atribuída às perdas de proteína das camadas mais externas dos grãos, resultantes da brunição. Ademais, no presente trabalho, as perdas parecem ter diferido entre as variedades e seleções avaliadas.

4. RESUMO

O arroz é um dos alimentos básicos de muitas populações carentes de proteína. Neste trabalho, considerou-se o baixo teor protéico dos grãos desse cereal e a possibilidade de elevação desse teor com adubações nitrogenadas. Estudou-se a resposta a níveis de nitrogênio (0, 45 e 90 kg de N/ha), variedades ('IAC-435', 'De Abril' e 'CICA-4') e seleções ('IR-634', 'IR-661' e 'IR-665') de arroz irrigado, quanto ao teor de proteína dos grãos apenas descascados (não brunidos) e dos grãos brunidos. A aplicação de nitrogênio aumentou a porcentagem de proteína dos grãos apenas descascados das variedades 'De Abril' e 'CICA-4', mas não alterou essas características em 'IAC-435' e 'IR-661'. O arroz não brunito de plantas de 'IR-634' e 'IR-665' cultivadas com 45 kg de N/ha apresentou menores teores de proteína que nos níveis de 0 e 90 kg de N/ha. O nitrogênio aumentou o teor de proteína dos grãos brunidos de 'IR-665' e 'De Abril', mas não alterou esse teor nas demais variedades e seleções. No que se refere aos grãos brunidos, o maior teor de proteína, nos três níveis de nitrogênio estudados, foi produzido pela seleção 'IR-665' (8,14%, em média). De qualquer forma, convém ressaltar a necessidade da análise económica do processo de aumentar o teor de proteína dos grãos de arroz mediante o uso de adubações nitrogenadas.

QUADRO 2 - Teor médio de proteína, em porcentagem, de grãos brancos nidos de variedades e seleções de arroz, conforme os níveis de nitrogênio.

Variedades e Seleções	Nitrogênio aplicado (kg/ha)				
	0	45	90		
IAC-435	7,25 a AB	6,93 a BC	7,08 a B		
De Abril	6,68 b B	6,65 b C	7,40 a B		
CICA-4	7,48 a A	7,23 a BC	7,68 a B		
IR-634	7,58 a A	7,23 a BC	7,60 a B		
IR-661	7,65 a A	7,33 a B	7,28 a B		
IR-665	7,83 b A	7,98 b A	8,63 a A		
C.V., % (para parcelas)	= 3,6				
C.V., % (para subparcelas)	= 4,3				

1/ Em cada série de médias, os valores seguidos da mesma letra minúscula, em cada linha, e da mesma letra maiúscula, em cada coluna, não diferem significativamente, ao nível de 5%, pelo teste de Tukey.

5. SUMMARY

(PROTEIN CONTENT OF RICE GRAIN AS AFFECTED BY NITROGEN FERTILIZATION)

Rice is a basic food for many protein-deficient populations around the world. However, this cereal shows low grain protein content. Consequently, it becomes very important that attempts be made to increase the protein content in the rice grain. The present study was conducted, under field condition, in order to evaluate the effects of nitrogen fertilizer, applied at the rates of 0, 45, and 90 kg N/ha, on protein content in brown rice and milled rice. The experiment was irrigated by submersion and carried out during 1974/75 growing season in Viçosa, Minas Gerais, Brazil. The 'IAC-435', 'De Abril' and 'CICA-4' rice varieties and the 'IR-634-9-5-4', 'IR-661-1-140-3' and 'IR-665-4-1' rice selections were included in this study. The nitrogen application increased protein content in brown rice for 'De Abril' and 'CICA-4' varieties, but did not affect this trait for 'IAC-435' variety and 'IR-634-9-5-4' selection. The brown rice protein content of the 'IR-634-9-5-4' and 'IR-665-4-1' selections was reduced with application of 45 kg N/ha. In milled rice, nitrogen increased the grain protein content of the 'De Abril' and 'IR-665-4-1', but did not alter this content for the others varieties and selections.

6. LITERATURA CITADA

1. DE DATTA, S.K.; TAURO, A.C. & BALAOING, S.N. Effect of plant type and nitrogen level on the growth characteristics and grain yield of indica rice in the tropics. *Agronomy Journal*, 60(6):643-647, 1968.
2. DINIZ, J. de A. *Comportamento de cultivares de arroz em terras altas, sob regime de irrigação por aspersão, em diferentes níveis de adubação nitrogenada*. Viçosa, Universidade Federal de Viçosa, 1975. 53 p. (Tese de Mestrado).
3. DUBETZ, S. Effects of nitrogen on yield and protein content of Maritou and Pitic wheats grown under irrigation. *Canadian Journal of Plant Science*, 52(6): 887-890, 1972.
4. FERNANDEZ, G.R. & LAIRD, R.J. Yield and protein content in Central Mexico as affected by available soil moisture and nitrogen fertilization. *Agronomy Journal*, 51(1):33-36, 1959.
5. GOMEZ, K.A. & DE DATTA, S.K. Influence of environment on protein content of rice. *Agronomy Journal*, 67(4):565-568, 1975.
6. MANGJU, D. & DE DATTA, S.K. Effect of time of harvest and nitrogen level on yield and grain breakage in transplanted rice. *Agronomy Journal*, 62(4): 468-474, 1970.
7. PARTRIDGE, J.R.D. & SHAYKEWICH, C.F. Effects of nitrogen, temperature, and moisture regime on the yield and protein content of Neepawa wheat. *Canadian Journal of Soil Science*, 52(2):179-185, 1972.
8. PATRICK, R.M.; JOSKINS, F.H.; WILSON, E. & PETERSON, F.J. Protein and amino acid content of rice as affected by application of nitrogen fertilizer. *Cereal Chemistry*, 51(1):84-95, 1974.