

CRESCIMENTO DE ARROZ INUNDADO EM RESPOSTA A APLICAÇÃO DE ESPÉCIES DE AZOLLA¹

MARLI DE FÁTIMA FIORE², ROBERTO BONETTI³ e SIU MUI TSAI⁴

RESUMO - Realizou-se um experimento em casa de vegetação com o objetivo de verificar o efeito de sete diferentes espécies de *Azolla* no desenvolvimento de arroz inundado quando empregada como fonte alternativa de nitrogênio (N), incorporada ao solo ou cultivada simultaneamente com o arroz. Os tratamentos utilizados foram: sem adição de fonte de N (testemunha), 30 kg/ha de N, 60 kg/ha de N, incorporação e cultivo simultâneo da *Azolla*. O melhor desenvolvimento do arroz foi alcançado com a aplicação de 30 e 60 kg/ha de N e incorporação de *Azolla* no solo. As maiores contribuições foram dadas pela *A. caroliniana*, *A. filiculoides*, *A. mexicana* e *A. microphylla*. Os resultados indicam a necessidade de selecionar espécies de *Azolla* que ofereçam maior potencial de utilização do N-*Azolla* pelo arroz, bem como confirmam os benefícios desse adubo verde no desenvolvimento dessa cultura.

Termos para indexação: fixação biológica de nitrogênio, adubo verde.

THE EFFECT OF AZOLLA SPECIES ON GROWTH RESPONSE OF FLOODED RICE

ABSTRACT - An experiment was carried out under greenhouse conditions to assess the effect of seven different *Azolla* species on the growth of flooded rice using *Azolla* as an alternative source of nitrogen, incorporated into the soil of grown in dual culture. The treatments used were: no added nitrogen (control), 30 and 60 kg/ha of N, *Azolla* incorporated into the soil and grown in dual culture. Rice development was better using 30 and 60 kg/ha of N and when *Azolla* was incorporated into the soil. The *A. caroliniana*, *A. filiculoides*, *A. mexicana* and *A. microphylla* showed good response. The results suggest the necessity of selecting *Azolla* species with a high potential as nitrogen source to flooded rice, as well as confirm their value as green manure for this culture.

Index terms: biological nitrogen fixation, green manure.

INTRODUÇÃO

A contribuição da associação *Azolla-Anabaena* para aumento da produtividade de arroz inundado tem sido demonstrada por vários autores de diversos países (Talley et al. 1977, Watanabe et al. 1977, Singh 1979, Lumpkin & Plucknett 1982, Becking 1982, Kanareugs et al. 1984, Kulusooriya et al. 1984, Fiore & Gutbrod 1987), mas seu uso em áreas de produção está concentrada principalmente no Vietnã e China, onde vem sendo usada tradicionalmente durante séculos na cultura de arroz. Recentemente, outros países iniciaram pesquisas com esta planta como fonte alternativa de N para o arroz inundado, em face do alto custo do fertilizante nitrogenado.

A *Azolla* é classificada como uma pteridófito da ordem *Salvinales* e família *Azollaceae*, apresentando sete espécies: *caroliniana*, *filiculoides*, *mexicana*, *mi-*

crophylla, *nilotica*, *rubra* e *pinnata*. Esta última possui duas variedades: *pinnata* variedade *Imbricata* e *pinnata* variedade *Pinnata*. Vários experimentos realizados têm demonstrado diferenças na produção de biomassa, na fixação de N atmosférico e, conseqüentemente, na quantidade de N entre as diferentes espécies de *Azolla*, devido, provavelmente, à variação na morfologia e fisiologia existente entre elas (Watanabe et al. 1981, Lumpkin et al. 1982, Becking 1982, Tung & Watanabe 1983, Bozzini et al. 1984). Lumpkin et al. (1982), comparando cinco espécies de *Azolla* com diferentes práticas de manejo em condições de campo na China, encontraram diferenças na produtividade de arroz de acordo com a espécie usada. A mais alta produtividade foi obtida com a aplicação de *A. pinnata*, e a menor, com a *A. filiculoides*. Esta diferença pode ser devida à variação nas taxas de decomposição das diferentes espécies de *Azolla* (Shi Su-Lian et al. citado por Lumpkin et al. 1982).

Em diversos trabalhos publicados sobre o efeito da *Azolla* no crescimento de arroz, a espécie da planta utilizada não é citada, aparecendo muitas vezes como *Azolla* spp.

O presente trabalho teve por objetivo verificar a contribuição das diferentes espécies de *Azolla* no

¹ Aceito para publicação em 1º de dezembro de 1988.

² Biol. M.Sc., Centro de Energia Nuclear na Agricultura (CENA)/USP, Caixa Postal 96, CEP 13400 Piracicaba, SP.

³ Eng. - Agr., M.Sc., Seção de Microbiol. do Solo, CENA/USP.

⁴ Enga. - Agra., Dra., Seção de Microbiol. do Solo, CENA/USP. Bolsista do CNPq.

desenvolvimento do arroz quando aplicadas em duas formas (incorporação no solo e cultivo simultâneo), visando, conseqüentemente, alertar sobre a necessidade de identificação de espécies usadas nos ensaios, além de avaliar o potencial da planta como adubo verde em comparação com a aplicação do N mineral.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado em casa de vegetação do Centro Nacional de Pesquisa de Arroz e Feijão (CNPAP)/EMBRAPA, Goiânia, GO. Os tratamentos usados foram: sem adição de N (testemunha), 30 kg/ha de N, 60 kg/ha de N, incorporação de sete espécies de *Azolla* (*A. caroliniana*, *A. filiculoides*, *A. mexicana*, *A. microphylla*, *A. nitotica*, *A. pinnata* var. *Imbricata*, *A. pinnata* var. *Pinnata* e *A. rubra*) e cultivo simultâneo das sete espécies com o arroz até o final do ciclo da cultura.

Inicialmente, as sete espécies de *Azolla* foram multiplicadas em diversas bandejas contendo solução nutritiva (Lumpkin & Bartholomew 1986). Quando as plantas cobriram toda a superfície das bandejas (25 dias), coletou-se toda a massa vegetal. Determinou-se a atividade da nitrogenase e a percentagem de N em cada espécie (Tabela 1). Em seguida, as diferentes espécies de *Azolla* foram incorporadas nos solos contidos em vasos com capacidade para 7 kg de solo, numa quantidade equivalente à aplicação de 30 kg/ha de N. Foram transplantadas três plântulas de arroz por vaso, cultivar CICA-8, com 35 dias de idade, efetuando-se também a inundação dos vasos com água de torneira. As diferentes espécies de *Azolla* foram uniformemente distribuídas nos tratamentos em cultivo simultâneo com a cultura, na proporção de 300 g de *Azolla* por metro quadrado (10,4 g de *Azolla* por vaso).

O solo de várzea foi coletado na Estação Experimental Palmital, pertencente ao CNPAP/EMBRAPA. A análise química deste solo mostrou as seguintes características: pH, 5,2; Ca + Mg, 3,3 mEq/100 ml; Al, 0,4 mEq/100 ml; P, 5,5 ppm; K, 34 ppm e matéria orgânica, 2,4%.

Foi feita adubação básica com P, K e micronutrientes na proporção de 100 kg/ha de P_2O_5 , 45 kg/ha de K_2O e 50 kg/ha de micronutrientes, com superfosfato triplo, cloreto de potássio e FTE-BR-12, respectivamente. A aplicação de N na forma de sulfato de amônio nos tratamentos com 30 e 60 kg/ha de N foi realizada juntamente com a adubação básica no dia da incorporação das espécies de *Azolla* no solo.

O delineamento experimental foi inteiramente ao acaso, com três repetições. Após 130 dias, o arroz foi colhido, avaliando-se os seguintes parâmetros: produção de grãos, peso da matéria seca da parte aérea e raiz, número de perfilhos por planta, de panículas por planta e de espiguetas por panícula, comprimento da panícula, altura da planta, peso de 100 grãos e teor de N da parte aérea, raiz e grãos.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

O peso da matéria seca da parte aérea e raiz do arroz (Fig. 1) foi significativamente maior, comparado com a testemunha, em todos os tratamentos, com exceção da *Azolla* em cultivo simultâneo. Os tratamentos que mais beneficiaram o peso da matéria seca da parte aérea e raiz foram, em ordem decrescente, 60, 30 kg/ha de N e *Azolla* incorporada.

O número de perfilhos por planta, de panículas por planta, de espiguetas por panícula, comprimento de panícula e altura da planta (Fig. 2) apresentaram diferenças significativas em relação à testemunha com aplicação de 30 e 60 kg/ha de N. Entretanto, o número de panículas por planta, comprimento de panícula por planta, número de espiguetas por panícula e altura da planta no tratamento com *Azolla* incorporada, não diferiram da aplicação de 30 kg/ha de N, sendo que estes dois últimos parâmetros também não foram diferentes da dose de 60 kg/ha de N. O peso

TABELA 1. Medidas da atividade da nitrogenase, percentagem de nitrogênio e quantidade de *Azolla* utilizada equivalente a 30 kg/ha de N. Médias de três repetições.

Espécies	Atividade N-ase ($\mu\text{mol C}_2\text{H}_4/\text{g.h}$)	N (%)	Quantidade de <i>Azolla</i> (g/vaso) equivalente a 30 kg/ha de N
<i>A. caroliniana</i>	11,35 bc	5,40 a	130
<i>A. filiculoides</i>	10,22 cd	5,47 a	128
<i>A. mexicana</i>	13,60 ab	5,48 a	128
<i>A. microphylla</i>	7,61 d	3,99 b	175
<i>A. nitotica</i>	9,36 cd	5,08 a	138
<i>A. pinnata</i> var. <i>Imbricata</i>	12,23 bc	5,12 a	137
<i>A. pinnata</i> var. <i>Pinnata</i>	7,80 d	4,26 b	165
<i>A. rubra</i>	16,13 a	4,99 a	140
C.V. (%)	10,4	4,2	-

Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si ao nível de 5% de significância pelo teste Tukey.

crophylla, naturalmente encontradas nas regiões tropicais, foram as que mostraram os melhores efeitos na produção.

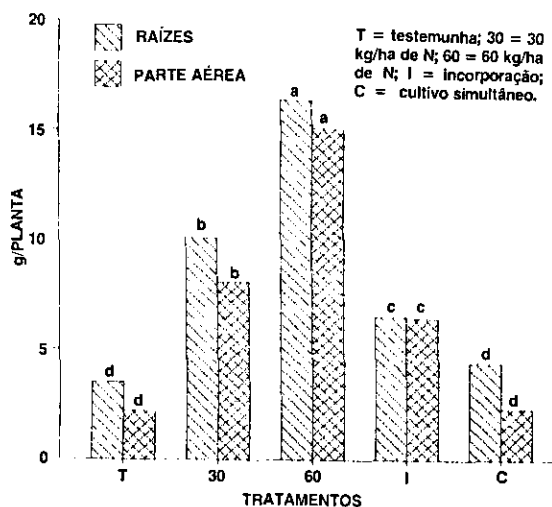


FIG. 1. Rendimento da matéria seca da parte aérea e raiz da cultivar de arroz inundado CICA-8, em diferentes níveis e fontes de nitrogênio. Médias de três repetições.

de 100 grãos não apresentou diferenças entre os tratamentos.

O teor de N acumulado nas diferentes partes da planta (parte aérea, raiz e grãos) foi sempre superior quando foram aplicados 60 kg/ha de N; entretanto, no tratamento com incorporação de *Azolla* no solo, os grãos e a raiz apresentaram concentrações de N que não diferiram estatisticamente da aplicação de 30 kg/ha de N (Fig. 3).

A produção de grãos foi significativamente maior nos tratamentos 30 e 60 kg/ha de N quando comparados com a testemunha. Os tratamentos com *Azolla* em cultivo simultâneo e incorporada não apresentaram diferença estatística do tratamento com aplicação de 30 kg/ha de N (Fig. 4).

O efeito da incorporação e do cultivo simultâneo de diferentes espécies de *Azolla* no desenvolvimento do arroz pode ser observado na Tabela 2. Apenas o peso da matéria seca da parte aérea apresentou diferenças entre espécies quando a *Azolla* foi incorporada ao solo. A produção de grãos apresentou diferenças significativas entre as espécies utilizadas, somente quando estas foram incorporadas ao solo. A *A. caroliniana*, *A. filiculoides*, *A. mexicana* e *A. mi-*

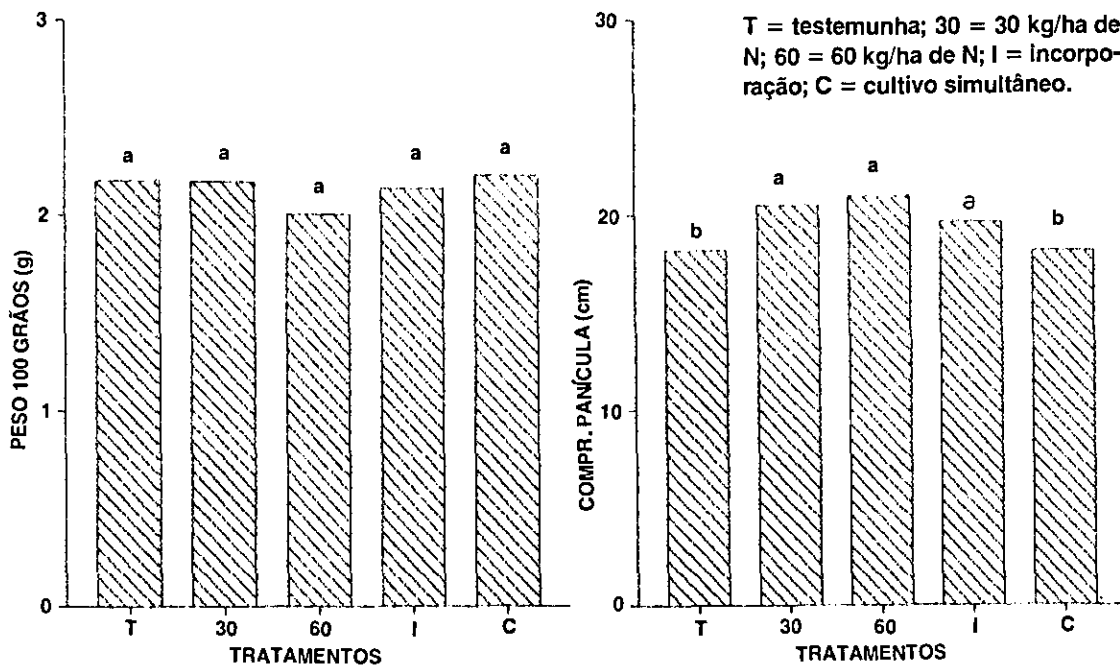


FIG. 2. Efeito da aplicação de N-mineral e N-Azolla nos parâmetros de produção da cultivar de arroz inundado CICA-8. Médias de três repetições.

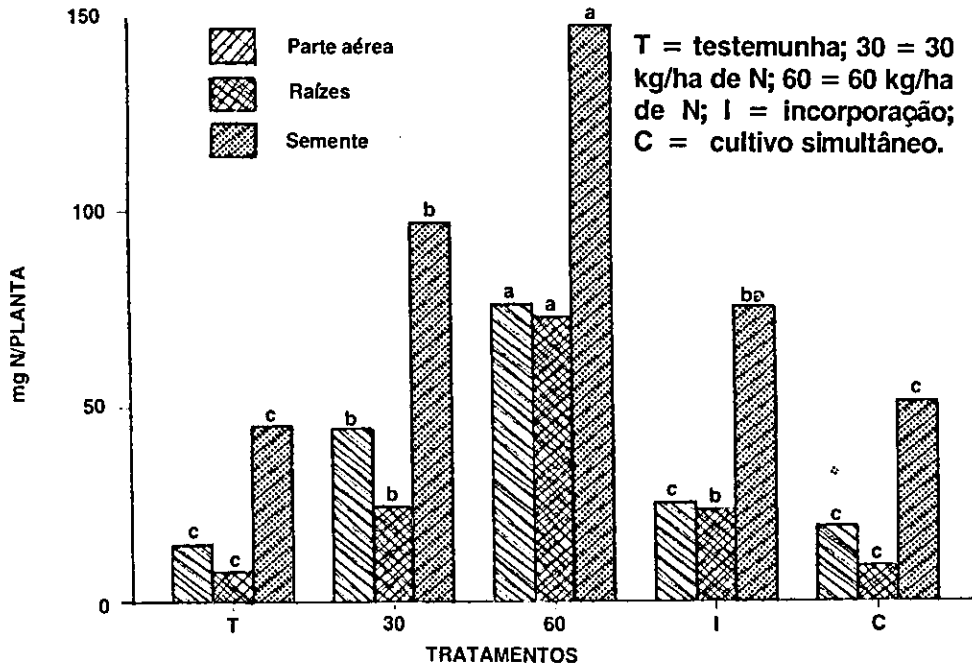


FIG. 3. Nitrogênio acumulado em diferentes partes da cultivar de arroz Inundado CICA-8, submetidos à diferentes níveis e fontes de nitrogênio. Médias de três repetições.

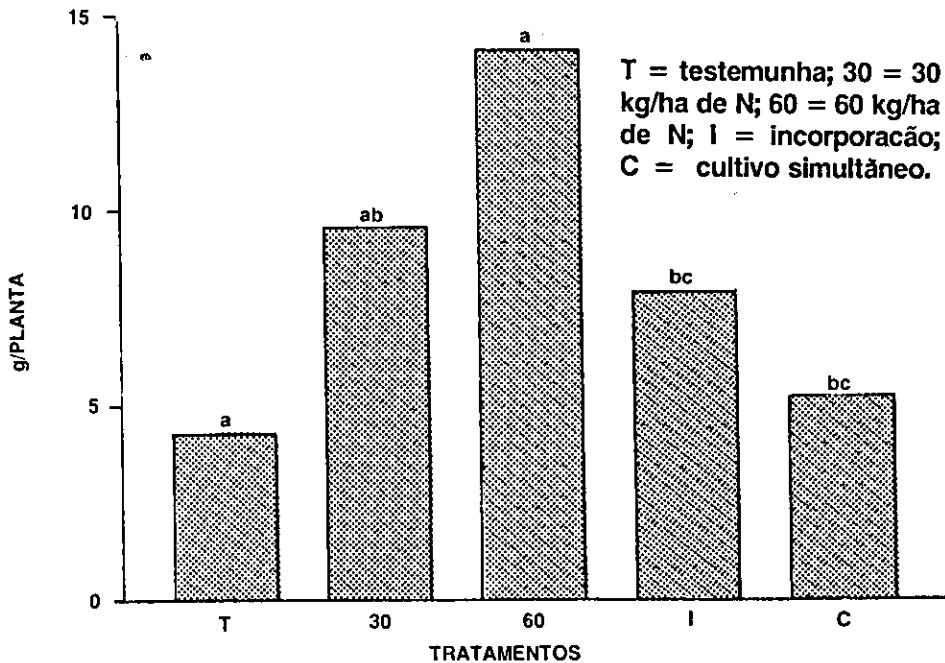


FIG. 4. Produção de grãos da cultivar de arroz inundado CICA-8, submetida à aplicação de N-mineral e N-Azolla em diferentes níveis. Médias de três repetições.

TABELA 2. Efeito de diferentes espécies de *Azolla* e forma de aplicação na produção de grãos e peso da matéria seca da cultivar de arroz inundado CICA-8. Médias de três repetições.

Espécies	Produção (g/planta)		Peso da matéria seca (g/planta)			
	I	C	Parte aérea		Raiz	
			I	C	I	C
<i>A. caroliniana</i>	8,87 a	5,39	6,89 ab	4,41	5,83	2,39
<i>A. filiculoides</i>	8,89 a	4,98	7,43 a	3,87	6,33	2,38
<i>A. mexicana</i>	8,74 a	4,64	6,83 ab	5,12	5,70	2,34
<i>A. microphylla</i>	8,73 a	5,53	6,83 ab	4,40	5,76	2,67
<i>A. nilotica</i>	7,24 abc	5,74	6,19 ab	4,34	4,74	2,38
<i>A. pinnata</i> var. <i>Imbricata</i>	6,02 c	5,75	5,51 b	4,56	3,60	2,65
<i>A. pinnata</i> var. <i>Pinnata</i>	6,58 bc	4,94	5,32 b	4,10	4,98	2,04
<i>A. rubra</i>	8,06 ab	5,00	6,92 ab	4,26	6,36	1,97
Média	7,9 a	5,2 b	6,5 a	4,4 b	5,4 a	2,3 b
C.V. (1%)	11,4		12,4		27,6	

I = incorporação; C = cultivo simultâneo.

Médias seguidas de mesma letra ou sem letra não diferem entre si ao nível de 5% de significância pelo teste Tukey.

Os parâmetros de produção de arroz (Tabela 3) não foram influenciados pelas diferentes espécies de *Azolla*, não apresentando, portanto, diferenças significativas nos tratamentos com incorporação e cultivo simultâneo das espécies.

O N acumulado apresentou efeito das espécies somente no grão no tratamento com *Azolla* incorporada (Tabela 4).

A incorporação no solo de 30 kg de N-*Azolla*/ha promoveu efeito semelhante à aplicação de 30 kg/ha de N-mineral e significou um aumento de 84% na produção de grãos em relação à testemunha. Talley & Rains (1980) também verificaram que a incorporação de *Azolla* teve um efeito na produção do arroz equivalente à aplicação de 30 kg/ha de N na forma de sulfato de amônio. A aplicação de N-mineral promoveu melhores respostas no desenvolvimento do arroz provavelmente devido à sua pronta disponibilidade para as plantas. A mineralização da *Azolla* é relativamente lenta, necessitando-se aproximadamente de seis a oito semanas para que 75% do N-*Azolla* se torne disponível para o arroz (Watanabe

et al. 1977). Neste experimento, o arroz foi transplantado imediatamente após a incorporação da *Azolla* no solo, sendo que, provavelmente no período de maior absorção de N pelo arroz, o N-*Azolla* não estava disponível em quantidades suficientes. Desse modo, o plantio do arroz após a incorporação da *Azolla*, com um tempo suficiente para permitir que sua mineralização seja maior, poderá contribuir para melhores respostas de sua aplicação no arroz.

A incorporação de *Azolla* resultou em maior efeito do que quando cultivada simultaneamente com o arroz. Tal fato pode ser explicado, uma vez que a *Azolla* somente libera os seus nutrientes, principalmente o N, após sua decomposição (Lumpkin & Plucknett 1982). Desse modo, no cultivo simultâneo à liberação de N é bem menor, uma vez que poucas plantas se decompõem durante o período de crescimento. Entretanto, Peters et al. (1982) relatam que, apesar de a *Azolla* ser mais efetiva como adubo verde do que quando crescida simultaneamente com o arroz, a combinação destas duas práticas pode resultar em aumentos mais expressivos na produtividade

TABELA 3. Efeito de diferentes espécies de *Azolla* e formas de aplicação nos parâmetros de produção da cultivar de arroz inundado CICA-8. Médias de três repetições.

Espécies	Número perfilhos/planta		Número panículas/planta		Número espiguetas/panícula		Altura da planta (cm)		Comprimento da panícula (cm)		Peso 100 grãos (g)	
	I	C	I	C	I	C	I	C	I	C	I	C
<i>A. caroliniana</i>	5,9	3,6	4,3	3,2	10,6	9,3	81,7	77,0	19,7	18,6	2,0	2,2
<i>A. filiculoides</i>	6,1	3,0	4,5	2,4	10,7	9,4	81,3	79,0	20,0	17,7	2,1	2,2
<i>A. mexicana</i>	5,4	4,3	4,4	3,3	10,6	9,5	83,7	76,0	19,9	18,2	2,2	2,2
<i>A. microphylla</i>	5,5	4,8	4,4	3,2	10,5	8,7	82,7	77,7	20,1	18,8	2,1	2,3
<i>A. nilotica</i>	5,2	3,9	3,9	3,0	10,6	9,1	79,0	76,7	19,5	18,4	2,1	2,2
<i>A. pinnata</i> var. <i>Imbricata</i>	5,0	4,7	3,9	3,5	9,5	9,1	79,7	75,7	19,2	18,9	2,2	2,2
<i>A. pinnata</i> var. <i>Pinnata</i>	4,7	3,5	3,5	2,9	9,6	8,7	79,0	81,3	19,2	18,3	2,1	2,2
<i>A. rubra</i>	6,3	3,9	4,1	3,4	10,3	8,0	84,3	76,0	19,7	16,4	2,1	2,1
Média	5,5 a	4,0 b	4,1 a	3,1 b	10,3 a	9,0 b	81,4 a	77,7 a	19,7 a	18,2 b	2,1 b	2,2 a
C.V. (%)	19,1		12,6		8,4		6,2		6,5		3,8	

I = incorporação; C = cultivo simultâneo.

Médias seguidas de mesma letra ou sem letra não diferem entre si ao nível de 5% de significância pelo teste Tukey.

TABELA 4. Nitrogênio acumulado (mg N/planta) nas diferentes partes da cultivar de arroz inundado CICA-8 submetida à diferentes formas de aplicação e espécies de *Azolla*. Médias de três repetições.

Espécies	Parte aérea		Raiz		Semente	
	I	C	I	C	I	C
<i>A. caroliniana</i>	25,90	20,02	27,98	9,74	85,63 a	53,78
<i>A. filiculoides</i>	29,94	16,94	21,70	8,50	88,08 a	47,46
<i>A. mexicana</i>	25,30	20,33	24,22	10,22	83,90 a	46,50
<i>A. microphylla</i>	22,58	17,71	27,66	10,69	79,43 ab	52,20
<i>A. nilotica</i>	25,07	20,30	18,49	8,69	71,02 ab	54,28
<i>A. pinnata</i> var. <i>Imbricata</i>	24,22	20,21	17,57	10,17	60,84 b	56,33
<i>A. pinnata</i> var. <i>Pinnata</i>	23,51	19,65	22,91	7,94	61,44 b	48,39
<i>A. rubra</i>	25,60	18,72	25,47	8,41	72,07 ab	50,82
Média	25,3 a	19,2 b	23,3 a	9,3 b	75,3 a	51,22 b
C.V. (%)	15		27		11	

I = incorporação; C = cultivo simultâneo.

Médias seguidas de mesma letra ou sem letra não diferem entre si ao nível de 5% de significância pelo teste Tukey.

de do arroz do que quando somente incorporada ao solo. Além do mais, o cultivo simultâneo pode também beneficiar a cultura do arroz através da supressão do crescimento de plantas daninhas, uma vez que forma uma grossa cobertura sobre a lâmina de água,

bloqueando a entrada de luz solar (Janiya & Moody 1981).

Os dados mostraram que ocorrem diferenças no desenvolvimento do arroz de acordo com a espécie de *Azolla* utilizada, principalmente quando incorpo-

rada ao solo. Lumpkin et al. (1982) sugerem que estas variações podem ser devidas às diferentes taxas de decomposição no solo das várias espécies de *Azolla*. Watanabe (1981), medindo a relação C:N de cinco espécies de *Azolla*, encontraram variações de 6,3 a 10,1, e concluíram que tais diferenças influenciaram na taxa de mineralização da planta de *Azolla*.

CONCLUSÕES

1. O desenvolvimento do arroz foi influenciado pela espécie de *Azolla* incorporada no solo, havendo, portanto, necessidade de se selecionarem espécies que ofereçam maior potencial de utilização do N-*Azolla* pelo arroz.

2. As espécies *caroliniana*, *fliculoides*, *mexicana* e *microphylla*, originárias de regiões tropicais, foram as que mostraram os melhores efeitos no desenvolvimento do arroz, quando incorporadas no solo.

3. A incorporação de *Azolla* no solo promoveu maior efeito no crescimento do arroz do que o cultivo simultâneo.

4. A utilização de *Azolla* como adubo verde para o arroz inundado beneficiou o desenvolvimento da cultura.

REFERÊNCIAS

- BECKING, J.H. Environmental requirements of *Azolla* for use of tropical rice production. In: NITROGEN and Rice. Los Baños, Philippines, IRRI, 1982. p.345-73.
- BOZZINI, A.; DE LUCA, P.; MORETTI, A.; SABATO, S.; SINISCALOGIGLIANO, G. Comparative study of six species of *Azolla* in relation to their utilization as green manure for rice production. In: SILVER, W.S. & SCHRODER, E.C., ed. **Practical Application of *Azolla* for rice Production**. Dordrecht, The Netherlands, Martinus Nijhoff/Dr. W. Junk Publishers, 1984. p.125-31.
- FIGORE, M.F. & GUTBROD, K.G. Use of *Azolla* in Brazil. In: *Azolla* utilization. Los Baños, Philippines, IRRI, 1987. p.123-130.
- JANIYA, J.D. & MOODY, K. Weed suppression in transplanted rice with *Azolla pinnata*. **R. Br. Internat. Pest Control**, 23(5):136-37, 1981.
- KANAREUGSA, C.; SWATDEE, P.; KHONTHASUVON, S.; LOUDHAPASITTIPORN, L.; SUPHAKUMNERD, N. *Azolla* for rice production in Thailand. In: SILVER, W.S. & SCHRODER, E.C. ed. **Practical application of *Azolla* for rice production**. Dordrecht, The Netherlands, Martinus Nijhoff/Dr. W. Junk Publishers, 1984. p.179-87.
- KULASOORIYA, S.A.; HIRIMBUREGAMA, W.K.; ABEYESEKERA, S.W. *Azolla* as a biofertilizer for rice in Sri Lanka. In: SILVER, W.S. & SCHRODER, E.C. ed. **Practical Application of *Azolla* for rice production**. Dordrecht, The Netherlands, Martinus Nijhoff/Dr. W. Junk Publishers, 1984. p.188-201.
- LUMPKIN, T.A. & BARTHOLOMEW, D.P. Predictive models for the growth response of eight *Azolla* accessions to climate variables. **Crop Sci.**, 26:107-11, 1986.
- LUMPKIN, T.A. & PLUCKNETT, D.L. *Azolla* as a green manure: use and management in crop production. Boulder, Colorado, Westview Press, 1982. 230p. (Westview Tropical Agriculture Series, 5).
- LUMPKIN, T.A.; ZHUO-ZING, L.; SHOU-XIAN, Z.; MEI-FEI, M. The effect of species of *Azolla* under three management practices on the yield of paddy rice. In: GRAHAM, P.H. & HARRIS, S.C., ed. **BNF technology for tropical agriculture**. Colômbia, CIAT, 1982. p.549-53.
- PETERS, G.A.; CALVERT, H.E.; KAPLAN, D.; ITO, O.; TOIA, R.E. The *Azolla-Anabaena* symbiosis: morphology, physiology and use. **Isr. J. Bot.**, 31:305-23, 1982.
- SINGH, P.K. Use of *Azolla* in rice production in India. In: NITROGEN and Rice. Los Baños, Philippines, IRRI, 1979. p.407-18.
- TALLEY, S.N.; TALLEY, B.J.; RAINS, R.W. Nitrogen fixation by *Azolla* in rice fields. In: HOLLAENDER, D.A. ed. **Genetic Engineering for Nitrogen Fixation**. New York, Plenum Press, 1977. p.259-81.
- TALLEY, S.N. & RAINS, D.W. *Azolla fliculoides* Lam. as a fallow season green manure for rice in temperate climate. **Agron. J.**, 72:11-18, 1980.
- TUNG, H.F. & WATANABE, I. Differential response of *Azolla-Anabaena* associations to high temperature and minus phosphorus treatments. **New Phytol.**, 93:423-31, 1983.
- WATANABE, I.; ESPINAS, C.R.; BERJA, N.S.; ALIMAGNO, B.V. **Utilization of the *Azolla-Anabaena* complex as a nitrogen fertilizer for rice**. Manila, IRRI, 1977. 15p. (IRRI Research Paper Series, 11)
- WATANABE, I.; KE-ZHI, B.; BERJA, N.S.; ESPINAS, C.R.; ITO, O.; SUBUDHI, B.P.R. **The *Azolla-Anabaena* complex and its use in rice culture**. Manila, IRRI, 1981. 11p. (IRRI Research Paper Series, 69)