

## Parcelamento de nitrogênio em arroz

Rodrigo Ribeiro Fidelis, Elisângela Kischel, Eduardo Lopes Cancellier, Justino José Dias Neto

Universidade Federal do Tocantins, *Campus* Universitário de Gurupi, Chácara 69-72, Rua Badejos, Lote 7, s/n, CEP 77404-970, Jardim Cervilha, Gurupi, TO, Brasil. E-mails: fidelisrr@mail.uft.edu.br, kishel@hotmail.com, educancellier@gmail.com, justino.netodias@gmail.com

**Resumo:** O arroz (*Oryza sativa* L.) é um dos cereais mais produzidos no mundo e com grande importância na alimentação humana, além de associado à sustentabilidade econômica, social e cultural de várias regiões do mundo. Objetivou-se avaliar o efeito do nitrogênio aplicado em cobertura de forma parcelada em características agrônômicas de cultivares de arroz em várzea tropical. O delineamento experimental foi em blocos ao acaso com quatro repetições, sendo que cada repetição foi constituída por quatro linhas de 5 m de comprimento espaçadas entre si por 0,34 m, semeando 90 sementes por metro. Foram utilizados 12 cultivares de arroz irrigado: BRS-Formoso, EPAGRI 09, BRSGO-Guará, Metica 1, BRS-Fronteira, BRS-Jaburú, BRS-Jaçanã, Piracema, Ouro Minas, Emgopa, IRGA 417 e IRGA 424. A quantidade total de N aplicado foi de 120 kg ha<sup>-1</sup> em duas aplicações com diferentes proporções: 1º) 40+80 kg ha<sup>-1</sup> de N; 2º) 60 + 60 kg ha<sup>-1</sup>; 3º) 80 + 40 kg ha<sup>-1</sup>. As características avaliadas foram altura de plantas; número de panículas por metro quadrado; índices de clorofila *a*, *b* e total e a relação  $C\ell_{a/b}$ . As cultivares BRS-Jaçanã e IRGA-424 aumentaram o índice de clorofila total com o aporte de menores doses de N na primeira cobertura, com aumento proporcionalmente maior do índice de clorofila *b* em relação ao aumento do índice de clorofila *a*, o que resultou na diminuição da relação clorofila *a/b*. Os cultivares IRGA-424 e Emgopa apresentaram os melhores desempenhos

**Palavras chave:** Várzea tropical, Adubação mineral, Índice de clorofila.

## Installment of nitrogen in rice

**Abstract:** Rice (*Oryza sativa* L.), is one of the most produced cereal in the world and with great importance in human nutrition, also associated with economic, social and cultural sustainability of several regions of the world. This study aimed to evaluate the effects of splitting the nitrogen topdressing on agronomic characteristics of rice cultivars in tropical lowland. The experimental design was a randomized block design with four replications, each replicate consisting of four lines of 5 m in length spaced by 0.34 m, sowing 90 seeds per meter. Were used 12 rice cultivars: BRS-Formoso, EPAGRI 09, BRSGO-Guará, Metica 1, BRS-Fronteira, BRS-Jaburú, BRS-Jaçanã, Piracema, Ouro Minas, Emgopa, IRGA 417 and IRGA 424. The total amount of N applied was 120 kg ha<sup>-1</sup> in two applications with different proportions: 1º) 40 +80 kg ha<sup>-1</sup> N, 2º) 60 + 60 kg ha<sup>-1</sup>, 3º) 80 + 40 kg ha<sup>-1</sup>. The characteristics evaluated were plant height, number of panicles per square meter; indexes of chlorophyll *a*, *b* and total and the  $C\ell_{a/b}$  relationship. BRS - Jaçanã and IRGA - 424 cultivars increased the total chlorophyll index with the application of lower doses of N in the first topdressing, with proportionately greater increase in chlorophyll *b* index relative to the increase in chlorophyll *a* index, which resulted in decreased of the chlorophyll *a/b* relationship. The IRGA - 424 and Emgopa cultivars show up as higher grain yield.

**Keywords:** Tropical lowland, Mineral fertilizer, Chlorophyll index.

## Introdução

O arroz (*Oryza sativa* L) é uma gramínea herbácea anual cultivada em quase todos os continentes. Atualmente é a terceira maior cultura cerealífera do mundo, representando 18,8% da produção mundial de grãos. O arroz é um dos principais alimentos produzidos no Brasil, com produção de 12,32 milhões de toneladas Companhia Nacional de Abastecimento [CONAB] (2017), sendo que 90% da produção nacional são produzidas em áreas irrigadas e o Estado do Tocantins é o quinto maior produtor do país. A disponibilidade de água, solos sistematizados, condições climáticas favoráveis e a extensão territorial conferem a esse Estado grande potencial para produção agrícola.

A dinâmica físico-química do N em ambientes alagados bem como a relação solo planta é distinta dos demais. A recuperação do N bem como seu metabolismo dependem do efeito da lâmina de água e da necessidade de uma fina camada oxidada com variação no potencial de oxirredução do meio na interface solo-água-raízes (Marschner, 1995). Dentre as diversas fontes desse nutriente, a ureia é largamente utilizada na agricultura brasileira, devido ao menor custo por unidade de N (Cantarela, 2007). A principal perda de N em solos alagados quando adubado com ureia é por volatilização, onde a sua dissolução apresenta uma reação inicial alcalina, aumentando a formação de amônia (Buresh, 2008). Para o arroz inundado, a observação e estudo do parcelamento da adubação nitrogenada, as formas e momentos fisiológicos de aplicação implicam em eficiência, viabilidade econômica e ambiental (Neves et al., 2004, Fageria & Baligar, 2001).

Kischel et al. (2011) constataram a diferença em relação à eficiência de absorção de nitrogênio em genótipos de arroz irrigado, cultivados em várzea. Lopes et al. (1996), avaliando cultivares e linhagens de arroz, verificaram que as doses de N aplicadas 50% por ocasião do perfilhamento e o restante na iniciação floral proporcionaram aumentos de produtividade para uma cultivar.

A planta do arroz é bastante exigente em nitrogênio e é de grande importância que ele esteja disponível em momentos de demanda da planta para não limitar a produtividade (Fidelis et al., 2012). Estudos realizados por Fabre et al. (2011), Scivittaro e Gonçalves (2009), Mateus et

al. (2006) e Neves et al. (2004) verificaram influência do parcelamento e época de aplicação do nitrogênio na eficiência de utilização do nutriente e desempenho produtivo do arroz.

Objetivou-se, com este trabalho, avaliar o efeito do parcelamento da cobertura nitrogenada em características agrônômicas de diferentes cultivares de arroz em várzea tropical.

## Material e métodos

Os experimentos foram conduzidos no município de Formoso do Araguaia - TO, na Cooperativa Mista do Vale do Araguaia [COOPERJAVA] sobre um solo hidromórfico (Gleissolo Húmico) em área de várzea irrigada localizada nas coordenadas geográficas 11°49' S e 49°43' W e 227 m de altitude na safra 2010/2011. Os ensaios foram implantados em 10 de novembro de 2010.

A adubação de plantio foi realizada com base nos resultados da análise química e física do solo (camada de 0-20 cm), aplicando-se 36 kg ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> (superfosfato simples) e 29 kg ha<sup>-1</sup> de K<sub>2</sub>O (cloreto de potássio), conforme recomendado para cultura. Os resultados da análise química e física do solo foram: pH em H<sub>2</sub>O (5,68), Matéria orgânica (4,9 g dm<sup>-3</sup>), P Melich1 (57,0 mg dm<sup>-3</sup>), Ca (2,43 cmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup>), Mg (1,0 cmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup>), H+Al (5,80 cmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup>), K (11,0 cmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup>); SB (4,94 cmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup>); 601, 88g kg<sup>-1</sup> de areia; 209,5 g kg<sup>-1</sup> de silte e 188,6 g kg<sup>-1</sup> de argila.

Foram realizados três tratamentos distintos, sendo a ureia (45% de nitrogênio) como fonte de nitrogênio, parcelada em duas aplicações aos 45 dias após a emergência (DAE) no perfilhamento efetivo e aos 65 dias (DAE) na diferenciação do primórdio floral. As aplicações do primeiro tratamento foram com 40 e 80 kg ha<sup>-1</sup> de N; na segunda foram 60 e 60 kg ha<sup>-1</sup> e na terceira 80 e 40 kg ha<sup>-1</sup> de N aos 45 e 65 DAE, respectivamente.

Em cada um dos experimentos foram utilizados 12 cultivares de arroz para sistema irrigado (BRS-Formoso, EPAGRI 09, BRSGO-Guará, Metica 1, BRS-Fronteira, BRS-Jaburú, BRS-Jaçanã, Piracema, Ouro Minas, Emgopa, IRGA 417 e IRGA 424).

O delineamento experimental foi em blocos ao acaso com quatro repetições. Cada repetição foi composta por quatro linhas de 5 m de

comprimento espaçadas entre si por 0,34 m. Foram utilizadas 90 sementes por metro. Os estudos do parcelamento do nitrogênio foram realizados independentes, visando à diminuição dos efeitos da irregularidade da área, descontinuidade na lâmina d'água e da mobilidade do N nesse meio. Tais aspectos possivelmente podem levar a contaminação de outros tratamentos de parcelamento do N, quando realizados em conjunto.

Foram avaliados altura de plantas (medida da superfície do solo até o ápice da panícula do colmo central, excluída a arista quando presente); número de panículas por metro quadrado (contagem direta das panículas em dois metros e posteriormente convertida para metro quadrado); índices de clorofila a ( $Cl_a$ ), b ( $Cl_b$ ) e total ( $Cl_t$ ) e a relação  $Cl_{a/b}$ , por meio de medição indireta na folha bandeira completamente expandida, no pleno florescimento das cultivares de arroz. Para as leituras dos índices de clorofila utilizou-se um clorofilômetro da marca comercial ClorofilOG® modelo CFL 1030, produzido pela Falker Automação Agrícola. O clorofilômetro possui diodos que emitem luz, a qual passa através da amostra da folha atingindo um receptor (fotodiodo de silício) que converte a luz transmitida em sinais elétricos analógicos. A partir desse dado, o aparelho fornece valores de leitura proporcionais à absorvância das clorofilas a, b e total (a + b). Fornece resultados em unidades adimensionais, valores ICF (Índice de Clorofila Falker) (Falker,

2008). Foram avaliadas também a massa de cem grãos (massa de uma amostra de cem grãos sadios por parcela) e a produtividade média (kg ha<sup>-1</sup>) de grãos limpos com 13% de umidade.

Os dados experimentais foram submetidos à análise de variância individual e conjunta com aplicação do teste F. A análise conjunta foi realizada sob condições de homogeneidade de variâncias residuais. Para comparação entre as médias para o fator parcelamento de N foi utilizado o teste de Tukey. Porém, para a comparação das médias do fator tratamento genético (cultivar) foi utilizado o teste de Scott-Knott (Scott & Knott, 1974). Para a avaliação da correlação entre as variáveis dependentes realizou-se a análise de Pearson. Todos a 5% de probabilidade de erro. O Software estatístico utilizado foi SISVAR (Ferreira, 2008).

## Resultados e discussão

Detectou-se efeito significativo da interação apenas sobre os índices de  $Cl_a$ ,  $Cl_t$ ,  $Cl_b$ , e  $Cl_{a/b}$  (Tabelas 1 e 2). Esses resultados mostram que o parcelamento do N influenciou de forma diferenciada as cultivares avaliadas, sendo, portanto, feito o desdobramento dos fatores. Como a interação não foi significativa para as demais variáveis, no caso delas os fatores foram estudados de forma isolada.

**Tabela 1** - Resumo da análise de variância das características índice de clorofila a ( $Cl_a$ ), índice de clorofila b ( $Cl_b$ ), índice de clorofila total ( $Cl_t$ ) e relação entre índice de clorofila a e b ( $Cl_{a/b}$ ) de cultivares de arroz irrigado. Formoso do Araguaia-TO. Safra 2010/2011.

F.V.	GL	$Cl_a$	$Cl_b$	$Cl_t$	$Cl_{a/b}$
Bloco (AMB)	9	55,91 **	3,25 **	55,95 **	1,36 **
Cultivar (C)	11	5,56 ns	3,32 **	13,33 ns	0,39 **
Parcelamento (P)	2	4,19 ns	4,33 **	0,88 ns	1,22 **
C x P	22	7,72 *	2,69 *	18,12 **	0,18 **
Resíduo	99	4,57	0,89	8,12	0,07
CV(%)		6,96	10,61	7,19	7,42
Média Geral		30,72	8,88	39,6	3,51

\*significativo a 5%, \*\* significativo a 1%, ns não significativo pelo teste F, respectivamente.

**Tabela 2** - Resumo da análise de variância das características altura de plantas (AP), número de panículas (NP), massa de 100 grãos (M100) e produtividade de grãos (Prod) de cultivares de arroz irrigado. Formoso do Araguaia-TO. Safra 2010/2011.

F.V.	GL	AP	NP	M100	Prod
Bloco (AMB)	9	296,70 ns	1401,76 ns	0,76 ns	1924374,6 ns
Cultivar (C)	11	935,38 ns	9115,43 **	0,86 ns	4339708,6 **
Parcelamento (P)	2	1426,78 ns	423,84 ns	3,92 **	3280389,5 ns
C x P	22	555,52 ns	1823,19 ns	0,50 ns	2055787,4 ns
Resíduo	99	670,15	2425,22	0,56	1626588,2
CV(%)		22,48	16,65	17,76	18,07
Média Geral	115,14	295,81	4,22	7056,19	

\*significativo a 5%, \*\* significativo a 1%, ns não significativo pelo teste F, respectivamente.

Analisando os resultados para o índice de clorofila a (Tabela 3), observa-se que quando se efetuou a primeira cobertura com 40 kg ha<sup>-1</sup>, ou ainda, com 80 kg ha<sup>-1</sup>, não houve diferença significativa entre as cultivares. Entretanto, quando a primeira cobertura foi realizada com 60 kg ha<sup>-1</sup>, verificou-se a formação de dois grupos

estatísticos, sendo que, sete cultivares compuseram o grupo de maiores médias apresentando índice de clorofila a superior a 31,09 ICF. Decompondo cultivares dentro de formas de parcelamento para IRGA 417, maior índice é alcançado quando se realiza maior adubação na primeira cobertura.

**Tabela 3** - Índice de clorofila a (Cl<sub>a</sub>) e índice de clorofila b (Cl<sub>b</sub>), obtidas em 12 cultivares de arroz irrigado sob três parcelamentos do nitrogênio. Formoso do Araguaia-TO, safra 2010/2011.

Cultivares	Parcelamento N (kg ha <sup>-1</sup> )							
	40/80				60/60			
	40/80	60/60	80/40	Média	40/80	60/60	80/40	Média
	-----Cl <sub>a</sub> (ICF)-----				-----Cl <sub>b</sub> (ICF) -----			
BRS-Formoso	28,87aA	29,67bA	31,23aA	29,92	7,5 bA	8,29bA	8,84aA	8,23
EPAGRI-109	30,34aA	31,85aA	29,55aA	30,58	9,26aA	8,70bA	8,60aA	8,85
BRS-Guará	29,28aA	31,40aA	30,69aA	30,46	9,36aA	9,64aA	8,43aA	9,14
Metica1	30,96aA	31,09aA	31,32aA	31,13	9,81aA	10,49aA	9,90aA	10,07
BRS-Fronteira	31,07aA	30,08bA	29,85aA	30,33	10,24aA	8,69bAB	8,30aB	9,08
BRS-Jaburú	31,59aA	33,60aA	30,67aA	32,95	9,54aA	9,69aA	8,64aA	9,29
BRS-Jaçanã	32,07aA	29,33bA	29,83aA	30,41	9,85aA	7,69cB	8,38aAB	8,64
Piracema	29,18aA	31,32aA	31,48aA	30,66	8,76aA	8,84bA	8,52aA	8,7
Ouro Minas	30,81aA	32,09aA	31,86aA	31,58	9,06aA	8,68bA	8,23aA	8,66
Emgopa	30,16aA	32,40aA	32,11aA	31,55	9,16aA	8,74bA	9,24aA	9,04
IRGA 417	28,66aB	28,16bB	33,11aA	29,97	7,64bB	6,59B	9,77aA	8
IRGA 424	31,71aA	28,59bA	29,88aA	30,06	10,48aA	7,90cB	8,28aB	8,89
Média	30,39	30,8	30,96		9,22	8,66	8,76	

Médias seguidas das mesmas letras minúsculas nas colunas dentro de cada parâmetro não diferem entre si pelo teste Scott-Knott para as cultivares e maiúsculas nas linhas pelo teste de Tukey para os parcelamentos, p < 0,05. Índice de Clorofila Falker (ICF).

Considerando o índice de clorofila b, dez cultivares compuseram o grupo de maior média quando adubadas com 40 kg ha<sup>-1</sup> de N na primeira cobertura (Tabela 3). Possivelmente, a

quantidade de N aplicada seja suficiente para favorecer a disponibilização do N orgânico. Tal afirmação é corroborada em solo Glei Húmico por Corrêa *et al.* (2001). Quando a primeira adubação

foi feita com 60 kg ha<sup>-1</sup> de N, as maiores médias do índice de clorofila foram obtidas pelas cultivares BRS-Guará, Metica 1 e BRS-Jaburú, ao passo que quando feita com 80 kg ha<sup>-1</sup> de N não houve diferença significativa entre as cultivares. Quando comparado o efeito do parcelamento dentro de cada cultivar, observa-se que os cultivares BRS Fronteira, BRS Jacanã, IRGA 417 e IRGA 424 apresentaram diferenças significativas para clorofila *b*.

Quanto ao índice de clorofila total (Tabela 4), o BRS-Jaçanã e IRGA-424 aumentaram o índice de clorofila total com o aporte de menores doses de N na primeira cobertura, apesar desse índice não diferir significativamente do observado na maior dose na primeira cobertura. Comparando o parcelamento do nitrogênio dentro de cada cultivar, verifica-se diferenças significativas para os cultivares BRS Jaçanã, IRGA 417 e IRGA 424. A proporção entre clorofilas *a* e *b* varia com as condições de

crescimento e fatores ambientais, estágio fenológico e espécie. Plantas que crescem em condições de sombreamento possuem elevado teor de clorofila *b* em função de suas propriedades de absorção da luz, assim, a clorofila *b* complementa a captação da luz para a fotossíntese em condições de baixa luminosidade (Cancellier et al., 2011). Um aumento proporcionalmente maior do teor de clorofila *b* em relação ao aumento dos teores de clorofila *a*, resulta na diminuição da relação clorofila *a/b* em cultivares que apresentam maiores índices de clorofila total. Pode-se considerar então que cultivares que apresentam menores relações de clorofila *a/b* são mais eficientes na captação da luz. Desta forma, a planta consegue aproveitar melhor a radiação solar em momentos de baixa irradiância, possibilitando maior taxa fotossintética líquida durante o ciclo da cultura (Cancellier et al., 2011).

**Tabela 4** - Índice de clorofila total (Ct) e relação de índice de clorofila *a* e *b* (Ct*a/b*), obtidas em 12 cultivares de arroz irrigado sob três formas parcelamentos do nitrogênio. Formoso do Araguaia-TO, safra 2010/2011.

Cultivares	Parcelamento N (kg ha <sup>-1</sup> )							
	40/80	60/60	80/40	Média	40/80	60/60	80/40	Média
	-----Ct (ICF)-----				-----Ct <i>a/b</i> (ICF)-----			
BRS-Formoso	36,44bA	37,96bA	40,06aA	38,15	3,82aA	3,57cA	3,55aA	3,65
EPAGRI-109	39,60aA	40,54aA	38,16aA	39,43	3,30bA	3,71bA	3,44aA	3,48
BRSGO-Guará	38,64bA	41,04aA	39,13aA	39,6	3,15bB	3,33cAB	3,65aA	3,37
Metica 1	40,77aA	41,58aA	41,22aA	41,19	3,16bA	3,00dA	3,17aA	3,11
BRS-Fronteira	41,31aA	38,77bA	38,15aA	39,41	3,04bB	3,49cA	3,60aA	3,38
BRS-Jaburú	41,12aA	43,29aA	39,31aA	41,24	3,34bA	3,50cA	3,55aA	3,46
BRS-Jaçanã	41,91aA	37,02bB	38,22aAB	39,05	3,26bB	3,89bA	3,56aAB	3,57
Piracema	37,93bA	40,15aA	40,00aA	39,36	3,35bA	3,60cA	3,69aA	3,55
Ouro Minas	39,86aA	40,77aA	40,09aA	40,24	3,41bB	3,80bAB	3,87aA	3,69
Emgopa	39,32aA	41,13aA	41,34aA	40,6	3,33bA	3,74bA	3,52aA	3,53
IRGA 417	36,30bB	34,75bB	42,88aA	38	3,78aB	4,28aA	3,42aB	3,83
IRGA 424	42,18aA	36,49bB	38,16aAB	38,94	3,03bB	3,77bA	3,62aA	3,47
Média	39,61	39,46	39,73		3,33	3,64	3,55	

Médias seguidas das mesmas letras minúsculas nas colunas dentro de cada parâmetro não diferem entre si pelo teste Scott-Knott para as cultivares e maiúsculas nas linhas pelo teste de Tukey para os parcelamentos,  $p < 0,05$ . Índice de Clorofila Falker (ICF).

Os resultados da relação dos índices de clorofila *a/b* (Tabela 4), mostram que na primeira cobertura (40 kg ha<sup>-1</sup>), apenas as cultivares BRS-Formoso e IRGA - 417, com 3,82 e 3,78 ICF,

respectivamente, compuseram o grupo estatístico de maiores médias mostrando que provavelmente essas cultivares são menos eficientes na captação de luz. A cultivar Metica 1 sempre

esteve presente no grupo de menores índices de relação clorofila *a/b*, o que o torna mais eficiente na captação da luz para fotossíntese. As cultivares BRSGO-Guará, BRS-Fronteira, BRS-Jaçanã, Ouro Minas, IRGA 417 e IRGA 424 apresentaram, em relação aos demais parcelamentos, menor relação clorofila *a/b* quando submetidos à adubação de 40 kg ha<sup>-1</sup> na primeira cobertura.

Não foi detectada diferença significativa entre as formas de parcelamento e cultivares para a característica altura de plantas (Tabela 5). É importante ressaltar que altura de plantas obtida no presente estudo, independente dos tratamentos, é considerada satisfatória para o cultivo mecanizado na região.

**Tabela 5** - Altura de plantas (AP) e número de panículas (NP), obtidas em 12 cultivares de arroz irrigado sob três formas parcelamentos do Nitrogênio. Formoso do Araguaia-TO. Safra 2010/2011.

Cultivares	Parcelamento N (kg ha <sup>-1</sup> )							
	40/80	60/60	80/40	Média	40/80	60/60	80/40	Média
	-----AP (cm) -----				-----NP (panícula m <sup>-2</sup> ) -----			
BRS-Formoso	111,8	112,4	111,2	111,8a	326,8	319,5	303,8	316,7 a
EPAGRI-109	114,3	109,5	108,7	110,8a	305	318,5	320,5	314,7 a
BRSGO-Guará	130	125,7	127,8	127,8a	269,8	230,8	238,8	246,4 b
Metica 1	115,6	160,9	114,7	130,4a	267	291,3	324,5	294,3 a
BRS-Fronteira	118,5	110,7	110,8	113,3a	274,3	243,3	235,8	251,1 b
BRS-Jaburú	114,4	161,1	109,9	128,5a	295,5	320,3	274	296,6 a
BRS-Jaçanã	114,4	110,2	114,9	113,2a	267,8	275,5	293	278,8 b
Piracema	116,5	116,2	112,2	114,9a	281,3	273	273,3	275,9 b
Ouro Minas	111,8	113,2	109,8	111,6a	292	343,8	288,3	308,0 a
Emgopa	114,8	105,8	108,7	109,8a	327,5	297,5	312,8	312,6 a
IRGA 417	93,6	125,4	96,3	105,1a	304,8	319,3	354	326,0 a
IRGA 424	105,4	104,3	104,6	104,8a	320	358,3	308,3	328,8 a
Média	113,4A	121,3A	110,8A		294,3A	299,2A	293,9A	

Médias seguidas das mesmas letras minúsculas nas colunas dentro de cada parâmetro não diferem entre si pelo teste Scott-Knott para as cultivares e maiúsculas nas linhas pelo teste de Tukey para os parcelamentos,  $p < 0,05$ .

Não foi possível observar efeito significativo das formas de parcelamento sobre o número de panículas. Esses resultados contradizem os obtidos por Bronson et al. (2000) e Fageria e Baligar (2001), ao afirmarem que quão maior for a quantidade de N aplicado no início do ciclo, maior o número de perfilhos e de panículas. De acordo com Corrêa et al. (2001), as características orgânicas do solo tipo Glei Húmico =(GH) podem resultar em uma possível mineralização de N suficiente para sobrepujar o efeito do parcelamento da adubação. Fato a ser confirmado nas condições de várzea do Tocantins, onde se observou que as cultivares produziram número de panículas próximo ao considerado ideal em cultivos comerciais, ou seja, 300 panículas por m<sup>2</sup> (Tabela 5). O processo de mineralização do N em solos GH no período do ciclo da cultura é variável e pode ser suficiente para atender a sua demanda completa, fazendo com que a adubação nitrogenada sem prévio

estudo de sua dinâmica nesse tipo de solo se torne ambientalmente danosa e deletéria à produtividade (Corrêa et al., 2001). De acordo com Yoshida (1972), o número de panículas é determinado de 8 a 12 dias após o estágio de perfilhamento máximo, desta forma, esperava-se que os parcelamentos em que se realiza menor adubação de N na primeira cobertura resultassem em menor número de perfilhos e panículas. Essa semelhança entre os tratamentos pode estar relacionada ao fato do solo do sistema de várzea utilizado para o cultivo do arroz ter apresentado alto teor de matéria orgânica (4,9g dm<sup>-3</sup>), resultando na liberação do nutriente para as plantas, suprimindo a provável deficiência do elemento mineral quando a adubação é feita em quantidades menores na primeira cobertura.

O efeito significativo detectado para as cultivares deve-se possivelmente à estabilidade do fator genético quanto à capacidade de emitir perfilhos. Assim sendo, as cultivares que

apresentaram o menor número de perfilhos e, conseqüentemente, o menor número de panículas foram BRSGO-Guará, BRS-Fronteira, Piracema e BRS-Jaçanã, com médias inferiores a 278,8 panículas por metro quadrado.

Quanto à massa de cem grãos (Tabela 6), não houve diferença significativa entre as cultivares avaliadas. Por outro lado, quando se

aplicou a maior dose de N na primeira cobertura, obteve-se menor massa de cem grãos, provavelmente devido à grande quantidade de adubo na fase em que se determina o potencial produtivo. Possivelmente, estimulando a formação de maior número de grãos por panícula, por conseguinte apresentando efeito de diluição da massa.

**Tabela 6** - Massa de cem grãos (M100) e produtividade de grãos (PROD), obtidas em 12 cultivares de arroz irrigado sob três formas parcelamentos do Nitrogênio. Formoso do Araguaia-TO. Safra 2010/2011.

Cultivares	Parcelamento N (kg ha <sup>-1</sup> )							
	40/80	60/60	80/40	Média	40/80	60/60	80/40	Média
	M100 (g)				Prod.(kg ha <sup>-1</sup> )			
BRS-Formoso	3,75	4,31	3,5	3,86a	7415,4	6623,6	7554,7	7197,9b
EPAGRI-109	4,75	4,25	3,51	4,17a	7495,1	6631	7793,2	7306,4b
BRSGO-Guará	4,55	4,07	3,95	4,19a	5534,7	7373,9	6793,6	6567,4b
Metica 1	4,43	4,43	4,31	4,39a	7294,9	5923,5	8092,8	7103,7b
BRS-Fronteira	4,71	4,51	3,86	4,36a	5746,3	5704	6817,6	6089,3b
BRS-Jaburú	5,19	4,19	4,15	4,51a	6483,2	5802	7132,3	6472,5b
BRS-Jaçanã	3,82	4,01	3,62	3,82a	5830,6	7382,7	7902	7038,4b
Piracema	5,19	4,34	3,87	4,46a	7146,7	7931,9	6294	7124,2b
Ouro Minas	5,09	4,61	4,03	4,58a	6615,1	7106,5	7282,1	7001,3b
Emgopa	3,86	4,34	3,68	3,96a	7591,5	7700	8189,9	7827,1a
IRGA 417	3,58	3,92	4,35	3,95a	5955,3	7206,8	6721,4	6627,8b
IRGA 424	4,63	4,51	4,05	4,40a	8933,9	8448,7	7572,2	8318,3a
Média	4,46 A	4,29 A	3,90B		6836,9A	6986,2A	7345,5A	

Médias seguidas das mesmas letras minúsculas nas colunas dentro de cada parâmetro não diferem entre si pelo teste Scott-Knott para as cultivares e maiúsculas nas linhas pelo teste de Tukey para os parcelamentos,  $p < 0,05$ .

Não houve diferença significativa para produtividade de grãos entre as formas de parcelamento do nitrogênio (Tabela 6). As cultivares IRGA 424 e Emgopa mostram-se mais produtivas em relação às demais. Pôde-se observar que, na média, as cultivares tendem a produzir mais, propiciando ganhos de até 8,5 sacos ha<sup>-1</sup> (508,6 kg ha<sup>-1</sup>), quando foi aplicado na primeira cobertura 80 kg ha<sup>-1</sup> de N. Bronson et al. (2000) relataram que quando há maior quantidade de N aplicado no início do ciclo, maior será a produtividade da cultura. A diferenciação dos grãos começa aproximadamente 15 a 23 dias antes da floração (Yoshida, 1972).

O parcelamento aplicando-se maior quantidade de N aos 45 dias após o plantio (fase de perfilhamento efetivo) promove, por conseguinte, possivelmente maior disponibilidade de nutriente no momento determinante do potencial produtivo do arroz em relação a número de grãos por panícula. Assim, corroborando as

maiores médias de produtividade de grãos em relação aos parcelamentos que disponibilizam menor quantidade do nutriente nessa fase fisiológica e ontogênica em detrimento das mais tardias da planta de arroz.

O alto teor de matéria orgânica do solo da área experimental, possivelmente propiciou o aporte gradativo de nutrientes, em especial o N para as plantas, assim, tamponando o efeito dos tratamentos com parcelamento da adubação nitrogenada. O poder tampão da adubação nitrogenada em solos de várzea do tipo Glei Húmico também foi observado por Corrêa et al. (2001), que atribuíram tal comportamento a mineralização acelerada do N orgânico pela microbiota natural respondendo à adição de N solúvel ao meio. Porém, de forma geral, observa-se como promissor o parcelamento dessa adubação em duas coberturas, sendo elas em quantidades iguais ou aplicando-se a maior

parcela na primeira e o restante na segunda cobertura.

A cultivar Metica 1 destaca-se dentre as demais com relação à sua expressiva rusticidade, pois alcançou altos índices de clorofila *a* e *b* associados à baixa razão clorofila *a/b*. Tais fatos relacionados aos componentes de produção avaliados redundam na hipótese de que mesmo com aparato fotoquímico eficiente, ela não apresenta eficiência em converter a luz captada em produtividade. Tal hipótese é corroborada por Taiz e Zeiguer (2004), os quais informam que plantas mais eficientes na captação da luz não são obrigatoriamente as plantas fotossinteticamente mais eficientes.

Para tanto, cabem estudos mais minuciosos do mecanismo fotossintético e de sua eficiência em futuros trabalhos. Esses resultados podem se tratar de uma expressão gênica que pode auxiliar em programas de melhoramento para agregação de características desejáveis a genótipos mais produtivos. Produtores de arroz em várzea tropical do Estado do Tocantins informam que o material genético Metica 1 foi substituído devido à pouca capacidade de resposta aos tratamentos culturais.

Com base nos dados obtidos para todas as cultivares, independente do ambiente, o único componente de produção que se correlacionou significativamente e de forma positiva com a

produtividade foi o número de panículas (Tabela 7). Por outro lado, no presente estudo observou-se que a massa de cem grãos e a altura de plantas correlacionaram negativamente com a produtividade. Marchezan et al. (2005) relataram que a massa de grãos é a característica mais importante para produtividade, porém, dependente do balanço entre os diversos componentes de produção. Segundo Yoshida (1972), a massa dos grãos depende do tamanho da casca determinada aproximadamente uma semana antes da floração e da formação desses grãos durante a fase de maturação. Deficiência hídrica e de nitrogênio, baixa radiação solar e incidência de brusone, no período da floração, reduzem a massa de grãos. Segundo Taiz e Zeiger (2004), Jeuffroy e Ney (1997), a unidade reprodutiva, ou seja, grãos, bem como o desenvolvimento vegetativo, determinam o balanço fonte/dreno e, por conseguinte, o direcionamento da alocação da massa de matéria seca sintetizada. Essas observações são corroboradas por Marchezan et al. (2005), em que grãos de maior massa de matéria seca, associados a maior número de grãos por panículas e número de panículas, corroboram positivamente para produtividade.

**Tabela 7** - Correlações de Pearson (*r*) para produtividade (Prod.), número de panículas (NP), massa de cem grãos (MCG), altura de planta (Alt) e índices Falker de clorofila (Cl) *a*, *b*, *a/b* e Total. Formoso do Araguaia-TO. Safra 2010/2011

	Prod.	Np	Cl <sub>a</sub>	Cl <sub>b</sub>	Cl <sub>a/b</sub>	Cl <sub>Total</sub>	MCG	Alt.
Prod.	1							
Np	0,24*	1						
Cl <sub>a</sub>	0,03 <sup>ns</sup>	0,04 <sup>ns</sup>	1					
Cl <sub>b</sub>	0,007 <sup>ns</sup>	0,05 <sup>ns</sup>	0,43*	1				
Cl <sub>a/b</sub>	0,027 <sup>ns</sup>	-0,02 <sup>ns</sup>	0,23*	-,77*	1			
Cl <sub>Total</sub>	0,026 <sup>ns</sup>	0,05 <sup>ns</sup>	0,95*	0,69*	-0,08 <sup>ns</sup>	1		
MCG	-0,14*	0,03 <sup>ns</sup>	-0,03 <sup>ns</sup>	0,06 <sup>ns</sup>	-0,8 <sup>ns</sup>	-0,01 <sup>ns</sup>	1	
Alt.	-0,20*	-0,07 <sup>ns</sup>	0,14 <sup>ns</sup>	0,09 <sup>ns</sup>	-0,6 <sup>ns</sup>	0,046 <sup>ns</sup>	-0,05 <sup>ns</sup>	1

\* = significativo; ns = Não significativo.  $P < 0,05$

De acordo com Marchezan et al. (2005), os principais componentes de produção para a cultura de arroz irrigado são: o número de grão por panícula e a massa de mil grãos. Possivelmente ao relacionar esses dois fatores

em condições de campo, o número de panículas em determinado estande de cultivo mostra-se como importante componente, seja de forma direta ou indireta. Assim, pode-se inferir que grãos mais pesados, em panículas com pouco

número de grãos associados a plantas com baixo número de panículas corroboram para baixa produtividade.

### Conclusões

As cultivares BRS-Jaçanã e IRGA-424 aumentaram o índice de clorofila total com o aporte de menores doses de N na primeira cobertura, aumentando proporcionalmente mais o teor de clorofila *b* em relação ao aumento dos teores de clorofila *a*, o que resulta na diminuição da relação clorofila *a/b*.

As cultivares IRGA-424 e Emgopa mostram-se superiores quanto à produtividade de grãos.

### Referências

- Bronson, K.F., Hussain, F., Pasuquin, E., & Ladha, J. K. (2000). Use of <sup>15</sup>N-labeled soil in measuring nitrogen fertilizer recovery efficiency in transplanted rice. *Soil Science Society of America Journal*, 235-239.
- Buresh, R. J. (2008). *Site-specific nutrient management for rice*. Farming Outlook. Recuperado de <http://farmingoutlook.com/>
- Cancellier, E. L., Barros, B. H., Kischel, E., Gonzaga, L. A. M., Brandão, D. R., & Fidelis, R. R. (2011). Eficiência agrônômica no uso de nitrogênio mineral por cultivares de arroz de terras altas. *Ciências Agrárias*, 650-656.
- Cantarella, H. (2007). Nitrogênio. In: Novais, R. F., Alvarez, V. H., Barros, N. F., Fontes R. L. F., Cantarutti, R. B. & Neves J. C. L (Eds.). *Fertilidade do Solo*. Viçosa (pp.375-470). Viçosa: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo.
- Correa, F. S., Neto, A. E. F., Faquin V., & Fernandes, L. A. (2001). Adubação nitrogenada em feijoeiro cultivado em solos de várzea. *Ciência Agrotecnologia*, 25, 1265-1272.
- Companhia Nacional de Abastecimento (2017). *Acompanhamento da safra brasileira de grãos Safra 2017/18 - Primeiro levantamento* (v. 5, pp. 1-114). Brasília: CONAB. Recuperado em: 25 outubro, 2017, de <http://www.conab.gov.br>.
- Fabre, D. V. O., Cordeiro, A. C. C., Ferreira, G. B., Vilarinho, A. A., & Medeiros, R. D. (2011). Doses e épocas de aplicação de nitrogênio em arroz de várzea. *Pesquisa Agropecuária Tropical*, 41 (1), 29-38.
- Fageria, N. K., Baligar, V. C. (2001). Lowland rice response to nitrogen fertilization. *Communications in Soil Science and Plant Analysis*, 32, 1405-1429,.
- Falker Automação Agrícola LTDA. (2008). *Medidor eletrônico do teor de clorofila ClorofiLOG 1030* (33p).
- Fidelis, R. R., Rodrigues, A. M., Silva, G. F., Barros, H. B., Pinto, L. C., Aguiar, R. W. S., & Fidelis, R. R. (2012). Eficiência do uso de nitrogênio em genótipos de arroz de terras altas. *Pesquisa Agropecuária Tropical* (Online), 42, 124-128.
- Ferreira, D. F. (2008). SISVAR. Programa para análises e ensino de estatística. *Revista Symposium*, 6, 36-41.
- Jeuffroy, M. H., & Ney, B. (1997). Crop physiology and productivity. *Field Crops Research*, 53,3-16.
- Kischel, E., Fidelis, R. R., Santos, M. M., Brandão, D. R., Cancellier, E. L., & Nascimento, I. R. (2011). Efeito do nitrogênio em genótipos de arroz cultivados em várzea úmida do Estado do Tocantins. *Revista Ceres*, 58 (1), 84-89.
- Lopes, M. S., Lopes, S. I. G., & Macedo, V. R. M. (1996). Curva de resposta à aplicação de nitrogênio para quatro genótipos de arroz irrigado. *Lavoura Arrozeira*, 49 (425), 3-6.
- Mateus, G. P., Feltran, J.C., & Crusciol, C. A. C. (2006). Épocas de aplicação de nitrogênio na cultura do arroz inundado. *Científica*, 34 (2) 144-149.
- Marschner, H. (1995). *Mineral nutrition of higher plants*. London: Academic Press.
- Marchezan, E., Martin, T. N., Santos, F. M., & Camargo, E. R. (2005). Path coefficient analysis

of Rice yield components. *Ciência Rural*, 35, 120-125.

Neves, M. B, Buzetti, S. A. R. F.O., & SÁ, M. E. (2004). Doses e épocas de aplicação de nitrogênio em cobertura em dois cultivares de arroz com irrigação suplementar. *Acta Scientiarum Agronomy*, 26, 429-435.

Scivittaro, W. B., & Gonçalves, D. R. (2009). Manejo do Nitrogênio para o Arroz Irrigado: Doses e Parcelamento da Adubação em Cobertura (Circular Técnica, n. 86). Embrapa: Dourados.

Scott, A. J., & Knott, M. A. (1974). Cluster analysis method for grouping means in the analysis of variance. *Biometrics*, 30, 507-512.

Taiz L & Zeiger E. (2004). *Fisiologia vegetal* (719p). Porto Alegre: Artmed.

Yoshida, S. (1972). Physiological aspects of grain yield. *Annual Review of Plant Physiology*, 23, 37-64.

Recebido em: 05/02/2015  
Aceito em: 01/11/2017