



UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA  
"JÚLIO DE MESQUITA FILHO"  
Campus de Ilha Solteira

FLÁVIA CONSTANTINO MEIRELLES

**DESEMPENHO DE CULTIVARES DE ARROZ DE  
TERRAS ALTAS EM DIFERENTES ÉPOCAS DE  
SEMEADURA**

Ilha Solteira

2018

FLÁVIA CONSTANTINO MEIRELLES

**DESEMPENHO DE CULTIVARES DE ARROZ DE  
TERRAS ALTAS EM DIFERENTES ÉPOCAS DE  
SEMEADURA**

**Dissertação apresentada à Faculdade de  
Engenharia, UNESP – Campus de Ilha  
Solteira, para obtenção do título de Mestre  
em Agronomia – Especialidade: Sistemas de  
Produção.**

Prof. Dr. Orivaldo Arf

**Orientador**

Ilha Solteira

2018

FICHA CATALOGRÁFICA

Desenvolvido pelo Serviço Técnico de Biblioteca e Documentação

M514d Meirelles, Flávia Constantino.  
Desempenho de cultivares de arroz de terras altas em diferentes épocas de  
semeadura / Flávia Constantino Meirelles. -- Ilha Solteira: [s.n.], 2018  
77 f. : il.

Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual Paulista. Faculdade de  
Engenharia . Especialidade: Sistema de Produção, 2018

Orientador: Orivaldo Arf  
Inclui bibliografia

1. Produtividade. 2. Radiação solar. 3. Fotossíntese. 4. Oryza Sativa L.

  
Sandra Maria Clemente de Souza  
DST/BA/STRAÚO  
bibliotecária  
CRB 8-4740



UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA

Câmpus de Ilha Solteira

CERTIFICADO DE APROVAÇÃO

TÍTULO DA DISSERTAÇÃO: Desempenho de cultivares de arroz de terras altas em diferentes épocas de  
semeadura

AUTORA: FLÁVIA CONSTANTINO MEIRELLES

ORIENTADOR: ORIVALDO ARF

Aprovada como parte das exigências para obtenção do Título de Mestre em AGRONOMIA, área:  
SISTEMAS DE PRODUÇÃO pela Comissão Examinadora:

Prof. Dr. ORIVALDO ARF  
Departamento de Fitotecnia, Tecnologia de Alimentos e Sócio Economia / Faculdade de Engenharia de Ilha  
Solteira

Prof. Dr. MARCO EUSTAQUIO DE SA  
Departamento de Fitotecnia, Tecnologia de Alimentos e Sócio Economia / Faculdade de Engenharia de Ilha  
Solteira

Prof. Dr. SAMUEL FERRARI  
Departamento de Agronomia / Faculdade de Ciências Agrárias e Tecnológicas de Dracena

Ilha Solteira, 26 de fevereiro de 2018

## **DEDICO**

Aos meus pais Vânia e Gilberto pelo amor,  
incentivo, e apoio em mais essa etapa da minha vida.

Ao meu irmão Guilherme pela amizade e apoio.

Aos meus avós Dalva e Agostinho pelo exemplo de  
honestidade, coragem e amor. E meus avós Janete e  
Gilberto (in memoriam) pelo incentivo.

## AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus pela minha vida, pela oportunidade que Ele me deu, por estar sempre ao meu lado me protegendo e me guiando.

Aos meus pais e irmão que sempre me apoiaram e me incentivaram, oferecendo as condições necessárias para concluir mais essa etapa.

Ao Alex R. Gonzaga por todo carinho, incentivo, auxílio nos estudos e por estar ao meu lado nos momentos difíceis.

À Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, em especial à Faculdade de Engenharia, campus de Ilha Solteira, por proporcionar excelentes condições de aprendizado e de desenvolvimento da pesquisa.

Ao meu orientador Prof. Dr. Orivaldo Arf por sempre me orientar, pela paciência, amizade e por sua dedicação aos seus orientados. Obrigada por todo ensinamento transmitido durante o período de graduação e de mestrado.

Aos professores da Pós-Graduação em Sistemas de Produção, por todo ensinamento ministrado, e por sempre estarem dispostos a auxiliar com a formação de cada aluno e com a melhoria do ensino.

Aos amigos e companheiros de estágio Nayara F. S. G. D’aguã, Poliana A. L. Rosa, Anderson T. Takasu, José R. Portugal, Amanda P. Portugal, Fernando S. Buzo, Lucas M. Garé, Juliana T. Martins, Tayná L. S. da Silveira, Daiene C. D. C. Corsini, João W. Bossolani, Diego P. dos Santos.

Ao Grupo de Oração Universitário por sempre me apoiar durante a graduação e o mestrado.

Aos membros da banca de qualificação Prof. Dr. Marcelo Carvalho Minhoto Teixeira Filho, Prof. Dr. João Antonio da Costa Andrade e aos membros da defesa da dissertação Prof. Dr. Marco Eustáquio de Sá e Prof. Dr. Samuel Ferrari pelas contribuições.

Aos funcionários do laboratório de Análise de Tecido Vegetal do Departamento de Fitotecnia, Tecnologia de Alimentos e Sócio Economia, e da Fazenda de Ensino Pesquisa e Extensão, e seção de Pós-Graduação, pela dedicação, auxílio e amizade.

Ao CNPq pela bolsa de mestrado concedida.

## "A LENDA DO ARROZ"

“Conta-se que, em 1637, quando os bandeirantes de Raposo Tavares devastaram o atual município de Cachoeira do Sul, no Rio Grande do Sul, destruindo todos os aldeamentos indígenas que os Jesuítas haviam fundado, conseguiu sobreviver apenas um jovem índio chamado Tuti.

Desesperado com a perda dos seus pais e de sua morada, Tuti sentava-se à margem do Rio Jacuí e via ali noites e dias nascerem e morrerem.

O índio chorava.

Chorava de fome, chorava de dor, e de saudades.

E tudo parecia chorar com ele; o sol era pálido, a noite era negra, as florestas haviam se curvado e as águas endoideceram.

Seis sóis eram passados.

Tuti, sentado no mesmo lugar, broqueado de fome e de dor, com a face chicoteada pelo vento e os olhos cravados ao céu, como a pedir clemência, enxergou um vulto.

Neste momento tudo cessou.

As águas continuaram enfurecidas, mas em profundo silêncio, o vento adormecera nas moitas e no céu, como que prevendo felicidade, a lua sorria.

Sobre as águas, o vulto aproximava-se de mansinho.

Vulto de mulher, trazia em suas vestes a cor do rio com todos os seus peixes, a cor do céu com suas estrelas, a cor das matas com suas aves.

Trazia o sol em seus cabelos, e seus olhos luziam como diamantes.

Deixando rastros luminosos nas águas enfurecidas do rio, aproximava-se mais e mais, até chegar frente ao índio desconsolado.

Então, falou-lhe:

- Tenho aqui em minhas mãos a semente que saciará a tua fome e de todos que virão.

Tome-as.

Eu as recolhi de tuas próprias lágrimas caídas no rio.

Dizendo isto, o vulto luminoso deixou escorrer de suas mãos uns poucos pingos dourados, os quais o índio, com gestos selvagens, colheu.

O vulto sumiu.

Um violento temporal desabou.

O índio de tão fraco desmaiara, apedrejado pelo granito caído do céu.

E as sementes foram levadas pelas águas.

Após noites e dias de chuva, quando o sol, radiante, voltou, Tuti encontrou uns cachos, já

dourados, com as sementes.

Colheu-os, preparou-os e saboreou.

Era uma plantinha frágil, mas que lhe dera muita vitalidade.

Hoje chamamos esta plantinha-ternura de ARROZ.

E para maior mistério, à meia-noite, às margens do Rio Jacuí, há um profundo silêncio,  
embora as águas desçam endoidecidas.

Isto, talvez, em homenagem à Deusa das Águas, que saciou a fome de Tuti e nos semeou o  
arroz.” - Elisabeth da Silveira Lopes

## RESUMO

Com a crescente adoção da prática de rotação de culturas, o arroz de terras altas tem se tornado uma opção viável na região do Cerrado, e para que haja um maior investimento e retorno na cultura do arroz de terras altas, é fundamental o ajuste das melhores épocas de semeadura e a escolha de cultivares adequados. Assim, o objetivo do trabalho foi identificar a melhor época de semeadura e o cultivar que expresse seu potencial produtivo, sendo adaptável e estável, além de possuir boa qualidade industrial, em região de Cerrado de baixa altitude. O experimento foi desenvolvido no município de Selvíria (MS), durante o ano agrícola 2016/17. O delineamento experimental foi em blocos casualizados com quatro épocas de semeadura (outubro, novembro, dezembro e fevereiro), cada uma com oito cultivares de arroz (BRS Esmeralda, ANa 5015, ANa 6005, IPR 117, IAC 500, IAC 203, BRSGO Serra Dourada e ANa 7211) e quatro repetições. As semeaduras realizadas em outubro e novembro proporcionaram maiores valores de nitrogênio foliar, massa de matéria seca da parte aérea, espiguetas totais e cheias por panícula, fertilidade de espiguetas e eficiência produtiva de grãos. A semeadura em outubro proporcionou as maiores massas de cem grãos. Houve acamamento na semeadura em novembro e incidência de escaldadura na semeadura em dezembro. Os cultivares BRS Esmeralda, ANa 5015, ANa 6005 e IPR 117 destacaram-se no teor de nitrogênio foliar, espiguetas cheias por panícula e apresentaram adaptabilidade geral às diferentes épocas de semeadura. As maiores produtividades foram observadas na semeadura em outubro destacando-se o cultivar BRS Esmeralda, seguida da semeadura em novembro, destacando-se os cultivares BRS Esmeralda, ANa 5015, ANa 6005 e IPR 117, porém houve acamamento do cultivar IPR 117 em todas as épocas de semeadura. A qualidade industrial de grãos polidos foi superior nos cultivares IAC 500 e BRSGO Serra Dourada. Já, para a qualidade de grãos integrais, houve destaque para o cultivar IAC 500.

**Palavras-chave:** Produtividade. Radiação solar. Fotossíntese. *Oryza sativa* L.

## PERFORMANCE OF UPLAND RICE CULTIVARS AT DIFFERENT SOWING TIMES

### ABSTRACT

With the increasing adoption of crop rotation practice, upland rice has become a viable option in the Cerrado region, and for there to be a greater investment and return on upland rice cultivation, it is fundamental to adjust the best sowing times and the choice of suitable cultivars. Thus, the objective of this work was to identify the best sowing season and the cultivar that expressed its productive potential, being adaptable and stable, besides having good industrial quality, in a low altitude Cerrado region. The experiment was carried out in the municipality of Selvíria, Mato Grosso do Sul State, Brazil, during the agricultural year 2016/17. The experimental design was randomized blocks with four sowing times (October, November, December and February), each with eight rice cultivars (BRS Esmeralda, ANa 5015, ANa 6005, IPR 117, IAC 500, IAC 203, BRSGO Serra Dourada and ANa 7211) and four replicates. Seeds in October and November provided higher values of leaf nitrogen, aerial part dry mass, total and full spikelets per panicle, spikelet fertility and productive efficiency of grains. Seeding in October provided the largest hundred grain weight. Lodging occurred at sowing in November and scald incidence occurred in December. BRS Esmeralda, ANa 5015, ANa 6005 and IPR 117 cultivars are highlighted in the leaf nitrogen content, full spikelets per panicle and had general adaptability to different sowing times. The highest yields were observed in the sowing in October, especially BRS Esmeralda, followed by sowing in November, especially the cultivars BRS Esmeralda, ANa 5015, ANa 6005 and IPR 117, but there was lodging of the cultivar IPR 117 in all sowing seasons. The industrial quality of polished grains was highest in the cultivars IAC 500 and BRSGO Serra Dourada. For the quality of whole grains, the cultivar IAC 500 was highlighted.

**Key words:** Grain yield. Solar radiation. Photosynthesis. *Oryza sativa* L.

## LISTA DE FIGURAS

<b>Figura 1 -</b>	Precipitação pluvial (mm), temperatura máxima e mínima (°C) durante a condução do experimento no ano agrícola 2016/17. S1, S2, S3, S4 representam a semeadura; F1, F2, F3, F4 representam o início do florescimento; C1, C2, C3, C4, representam o início da colheita, nas épocas de implantação em outubro, novembro, dezembro e fevereiro, respectivamente.....	22
<b>Figura 2 -</b>	Radiação global ( $\text{MJ m}^{-2} \text{ dia}^{-1}$ ) durante a condução do experimento no ano agrícola 2016/17. S1, S2, S3, S4 representam a semeadura; F1, F2, F3, F4 representam o início do florescimento; C1, C2, C3, C4, representam o início da colheita, nas épocas de implantação em outubro, novembro, dezembro e fevereiro, respectivamente.....	22
<b>Figura 3 -</b>	Notas de acamamento de plantas de arroz de oito cultivares semeados em diferentes épocas de semeadura. Selvíria, MS, 2016/17.....	39
<b>Figura 4 -</b>	Notas de escaldadura em folhas de arroz de oito cultivares semeados em diferentes épocas de semeadura. Selvíria, MS, 2016/17.....	45
<b>Figura 5 -</b>	Retas de regressão ajustadas para a produtividade de grãos de cultivares de arroz em diferentes épocas de semeadura. Selvíria, MS, 2016/17, pelo método de Eberhart e Russell (1966).....	55
<b>Figura 6 -</b>	Preparo do solo (esquerda) e semeadura do arroz (direita).....	76
<b>Figura 7 -</b>	Emergência de plântulas (esquerda) e aplicação de herbicida pré-emergente (direita).....	76
<b>Figura 8 -</b>	Aplicação de herbicida pós-emergente (esquerda) e adubação nitrogenada (direita).....	76
<b>Figura 9 -</b>	Florescimento (esquerda) e aplicação de fungicida e inseticida (direita).	77
<b>Figura 10 -</b>	Maturação (esquerda) e acamamento de plantas de arroz (direita).....	77
<b>Figura 11 -</b>	Arroz com casca, arroz integral e arroz polido.....	77

## LISTA DE TABELAS

<b>Tabela 1 -</b>	Análise química do solo da área experimental na camada de 0,00 a 0,20 m. Selvíria, MS, Brasil (2016).....	21
<b>Tabela 2 -</b>	Dias da emergência até o florescimento (f) e colheita (c) de cultivares de arroz em diferentes épocas de semeadura. Selvíria, MS, 2016/17.....	28
<b>Tabela 3 -</b>	Valores médios do teor relativo de clorofila foliar (SPAD) aos 15 DAE de cultivares de arroz em diferentes épocas de semeadura. Selvíria, MS, 2016/17.....	29
<b>Tabela 4 -</b>	Valores médios da nitrato redutase ( $\mu\text{g NO}_2^- \text{ g matéria fresca h}^{-1}$ ) aos 15 DAE de cultivares de arroz em diferentes épocas de semeadura. Selvíria, MS, 2016/17.....	31
<b>Tabela 5 -</b>	Valores médios de teor de N foliar, por ocasião do florescimento, de cultivares de arroz em diferentes épocas de semeadura. Selvíria, MS, 2016/17.....	32
<b>Tabela 6 -</b>	Valores médios teor relativo de clorofila foliar (SPAD), por ocasião do florescimento, de cultivares de arroz em diferentes épocas de semeadura. Selvíria, MS, 2016/17.....	34
<b>Tabela 7 -</b>	Valores médios da massa de matéria seca da parte aérea, por ocasião do florescimento, de cultivares de arroz em diferentes épocas de semeadura. Selvíria, MS, 2016/17.....	36
<b>Tabela 8 -</b>	Valores médios de alturas de plantas de cultivares de arroz em diferentes épocas de semeadura. Selvíria, MS, 2016/17.....	37
<b>Tabela 9 -</b>	Valores médios de número de panículas $\text{m}^{-2}$ de cultivares de arroz em diferentes épocas de semeadura. Selvíria, MS, 2016/17.....	40
<b>Tabela 10 -</b>	Valores médios de número de espiguetas totais panícula <sup>-1</sup> de cultivares de arroz em diferentes épocas de semeadura. Selvíria, MS, 2016/17.....	42
<b>Tabela 11 -</b>	Valores médios de número de espiguetas cheias panícula <sup>-1</sup> de cultivares de arroz em diferentes épocas de semeadura. Selvíria, MS, 2016/17.....	43
<b>Tabela 12 -</b>	Valores médios de número de espiguetas vazias panícula <sup>-1</sup> de cultivares de arroz em diferentes épocas de semeadura. Selvíria, MS, 2016/17.....	44
<b>Tabela 13 -</b>	Valores médios de fertilidade de espiguetas (%) de cultivares de arroz em diferentes épocas de semeadura. Selvíria, MS, 2016/17.....	47

<b>Tabela 14</b> - Valores médios de massa de cem grãos (g) de cultivares de arroz em diferentes épocas de semeadura. Selvíria, MS, 2016/17.....	48
<b>Tabela 15</b> - Valores médios de massa hectolétrica (kg 100L <sup>-1</sup> ) de cultivares de arroz em diferentes épocas de semeadura. Selvíria, MS, 2016/17.....	49
<b>Tabela 16</b> - Valores médios de produtividade (kg ha <sup>-1</sup> ) de cultivares de arroz em diferentes épocas de semeadura. Selvíria, MS, 2016/17.....	51
<b>Tabela 17</b> - Valores médios de eficiência produtiva de cultivares de arroz em diferentes épocas de semeadura. Selvíria, MS, 2016/17.....	53
<b>Tabela 18</b> - Estimativas dos parâmetros de adaptabilidade e estabilidade de cultivares de arroz em diferentes épocas de semeadura. Selvíria, MS, 2016/17.....	54
<b>Tabela 19</b> - Valores médios de rendimento de benefício de grãos polidos (%) de cultivares de arroz em diferentes épocas de semeadura. Selvíria, MS, 2016/17.....	57
<b>Tabela 20</b> - Valores médios de rendimento de inteiros de grãos polidos (%) de cultivares de arroz em diferentes épocas de semeadura. Selvíria, MS, 2016/17.....	58
<b>Tabela 21</b> - Valores médios de rendimento de quebrados de grãos polidos (%) de cultivares de arroz em diferentes épocas de semeadura. Selvíria, MS, 2016/17.....	60
<b>Tabela 22</b> - Valores médios de rendimento de benefício de grãos integrais (%) de cultivares de arroz em diferentes épocas de semeadura. Selvíria, MS, 2016/17.....	61
<b>Tabela 23</b> - Valores médios de rendimento de inteiros de grãos integrais (%) de cultivares de arroz em diferentes épocas de semeadura. Selvíria, MS, 2016/17.....	62
<b>Tabela 24</b> - Valores médios de rendimento de quebrados de grãos integrais (%) de cultivares de arroz em diferentes épocas de semeadura. Selvíria, MS, 2016/17.....	64

## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO.....</b>	<b>13</b>
<b>2</b>	<b>REVISÃO DE LITERATURA.....</b>	<b>15</b>
2.1	A CULTURA DO ARROZ.....	15
2.2	CULTIVARES.....	17
2.3	ÉPOCAS DE SEMEADURA.....	18
<b>3</b>	<b>MATERIAL E MÉTODOS.....</b>	<b>21</b>
3.1	CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA EXPERIMENTAL.....	21
3.2	CLIMA.....	21
3.3	TRATAMENTOS E DELINEAMENTO EXPERIMENTAL.....	23
3.4	DESCRIÇÃO DOS CULTIVARES UTILIZADOS.....	23
3.5	INSTALAÇÃO E CONDUÇÃO DO EXPERIMENTO.....	24
3.6	AVALIAÇÕES.....	25
3.7	ANÁLISE ESTATÍSTICA.....	27
<b>4</b>	<b>RESULTADOS E DISCUSSÃO.....</b>	<b>28</b>
4.1	DESENVOLVIMENTO DA CULTURA DO ARROZ.....	28
4.2	TEOR RELATIVO DE CLOROFILA FOLIAR, ENZIMA NITRATO REDUTASE E TEOR DE N FOLIAR.....	28
4.3	MASSA DE MATÉRIA SECA DA PARTE AÉREA, ALTURA, ACAMAMENTO E NÚMERO DE PANÍCULAS.....	34
4.4	ESPIGUETAS TOTAIS, CHEIAS E VAZIAS POR PANÍCULA, ESCALDADURA.....	41
4.5	FERTILIDADE DE ESPIGUETAS, MASSA DE CEM GRÃOS, MASSA HECTOLÍTRICA, PRODUTIVIDADE E EFICIÊNCIA PRODUTIVA.....	46
4.6	ADAPTABILIDADE E ESTABILIDADE DOS CULTIVARES.....	54
4.7	RENDIMENTO DE BENEFÍCIO, GRÃOS INTEIROS E QUEBRADOS DE GRÃOS POLIDOS.....	55
4.8	RENDIMENTO DE BENEFÍCIO, GRÃOS INTEIROS E QUEBRADOS DE GRÃOS INTEGRAIS.....	60
<b>5</b>	<b>CONCLUSÕES.....</b>	<b>65</b>
	<b>REFERÊNCIAS.....</b>	<b>66</b>
	<b>APÊNDICE – FOTOS DO EXPERIMENTO.....</b>	<b>75</b>

## 1 INTRODUÇÃO

O arroz é um alimento muito importante mundialmente, por ser um dos alimentos base da alimentação humana, sendo responsável por fornecer energia para a maioria da população. O arroz é considerado a principal fonte para erradicar a fome, além disso, pode fornecer 20% de energia e 10% de proteína *per capita* (BORÉM; RANGEL, 2015).

A área cultivada de arroz no Brasil, na safra 2017/18 é estimada em 1.944 mil hectares, uma redução de 1,9% em comparação à safra anterior (1.980,9 mil ha); para a produtividade, na safra 2017/18 a previsão é de 5.798 kg ha<sup>-1</sup>, sendo menor que da safra 2016/17 (6.223 kg ha<sup>-1</sup>). Em relação a produção, a estimativa é de decréscimo de 5,7%, sendo 12.327,8 mil toneladas para a safra 2016/17 e 11.622 mil toneladas na estimativa da safra 2017/18 (COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO- CONAB, 2018).

O cultivo da cultura do arroz, na modalidade de terras tradicional é bastante comum no Centro-Oeste, no qual a água fornecida para a cultura é proveniente apenas da precipitação. Esse sistema é utilizado na região dos Cerrados, e teve aumento na abertura de novas áreas agrícolas, para posterior cultivo de outras. O arroz foi utilizado por ser uma cultura mais rústica e com certa tolerância a baixo pH. Nessa região de Cerrado, também é empregado no “sistema barreirão”, em que o arroz é utilizado para reforma de pastagens (FORNASIERI FILHO; FORNASIERI, 2006; OLIVEIRA et al., 1996). Porém, as condições climáticas da região do Cerrado ocasionam uma baixa produtividade do arroz de terras altas. Além disso, o manejo inadequado da cultura de forma extensiva faz com que o rendimento da cultura diminua. Entretanto, em sistemas adequados de manejo da cultura, o arroz de terras altas pode atingir altas produtividades, assim como observado por Vories et al. (2017), que obteve produtividades médias de até 8.000 kg ha<sup>-1</sup> em arroz irrigado por pivô nos Estados Unidos. Entre os principais fatores limitantes para a produção de arroz de terras altas estão a baixa disponibilidade hídrica e a má distribuição pluviométrica (LANNA et al., 2012).

Para contornar essa situação, pode haver a suplementação de água através da irrigação por aspersão, diminuindo os riscos de veranicos, fornecendo maior potencial de produção, proporcionando melhores condições para aplicação de insumos (FORNASIERI FILHO; FORNASIERI, 2006). Segundo López-Piñeiro et al. (2016), a irrigação por aspersão reduz a quantidade de água fornecida à cultura em relação ao cultivo inundado e favorece a sustentabilidade do cultivo do arroz.

De maneira geral, os aspectos climáticos como CO<sub>2</sub>, precipitação, temperatura e radiação solar, podem interferir no desenvolvimento e produtividade do arroz de terras altas

(YOSHIDA, 2015). Por isso, a determinação da época de semeadura do arroz de terras altas por aspersão, proporcionando as condições adequadas ao desenvolvimento da cultura, é decisiva para garantir uma boa colheita e qualidade dos grãos.

O desenvolvimento de novos cultivares com boas características de grãos (longo/fino), tem incentivado o produtor a cultivar o arroz de terras altas, por razões econômicas e também como alternativa na rotação de culturas, principalmente em áreas de sistema plantio direto (REIS et al., 2008). Assim, para o desenvolvimento de novos cultivares de arroz, o melhoramento genético tem priorizado algumas características como menor porte, reduzindo a probabilidade de acamamento, folhas menores e mais eretas para melhor aproveitamento da radiação solar, resistência às principais doenças e certa tolerância à seca (SOARES, 2003).

Dessa forma, objetivou-se identificar a melhor época de semeadura e os cultivares que expressem seu potencial produtivo, sendo adaptável e estável, além de possuir boa qualidade industrial, em região de Cerrado de baixa altitude.

## 2 REVISÃO DE LITERATURA

### 2.1 A CULTURA DO ARROZ

O arroz (*Oryza sativa* L.) é considerado um dos alimentos mais antigos do mundo, sendo relatado que há 3.000 anos a.C. sua semeadura era uma honra do imperador em sua cerimônia. Sua possível origem é no sudoeste da Ásia, provavelmente no sul da Índia, posteriormente difundida para a China e para o restante da Ásia (FORNASIERI FILHO; FRONASIERI, 2006).

Os principais países produtores de arroz são China, Índia e Indonésia com produções de aproximadamente 207.143, 159.016, 58.268 mil toneladas em 2017, sendo os mesmos os maiores consumidores (IRRI, 2017).

O arroz é um dos cereais mais consumidos mundialmente, e segundo GRiSP (2013), em 2009, forneceu 19% de energia e 13% de proteína per capita. Sua composição é de  $\frac{3}{4}$  de amido, fornecendo potássio, magnésio, manganês, sais de cálcio, sais de potássio, enxofre, óxido de ferro, cloro, ácido fosfórico e várias vitaminas (FORNASIERI FILHO; FORNASIERI, 2006).

O Brasil é nono maior produtor de arroz, contribuindo com 11.765 mil toneladas em 2017, já como consumidor ele ocupa a décima posição mundial. Sua produção ocorre principalmente na região Sul do Brasil, correspondendo a aproximadamente 81% da produção nacional. A maior parte da produção provém do arroz inundado, com cerca de 90% do total de arroz produzido. Já o arroz de sequeiro, apesar de representar 26% da área total cultivada, contribui com apenas 10% da produção devido à sua baixa produtividade, com  $2.347 \text{ kg ha}^{-1}$  na safra 2016/17 (CONAB, 2018).

Com o manejo adequado da cultura de arroz de terras altas pode haver incremento na produtividade. Entre essas práticas encontra-se a irrigação suplementar por aspersão. Vela et al. (2013), avaliando diferentes lâminas de irrigação no arroz (sem irrigação, 50%, 100%, 150% e 200% da evapotranspiração da cultura), verificaram que a produtividade do arroz sem a irrigação não atingiu  $3.700 \text{ kg ha}^{-1}$ , enquanto na lâmina estimada de 180% proporcionou produtividade acima de  $8.000 \text{ kg ha}^{-1}$ .

Dentre alguns fatores que podem afetar o rendimento da cultura do arroz de terras altas está o preparo do solo. O preparo convencional do solo, caracterizado por uma aração e duas gradagens, promove o revolvimento do solo, incorporando os restos vegetais e auxiliando no controle de plantas daninhas (SILVA; MOREIRA; GUIMARÃES, 2013). Já o sistema plantio

direto preconiza o revolvimento do solo apenas na linha de semeadura, fazendo com que os restos vegetais fiquem sobre a superfície do solo, sendo paulatinamente degradados. Esse sistema é recomendado para solos com fertilidade superficial homogênea e descompactados (GUIMARÃES; MOREIRA; SILVA, 2013).

Arf et al. (2005) observaram maiores produtividades no preparo convencional comparado ao sistema plantio direto, porém o preparo com escarificador não diferiu desses manejos, para a safra 2001/02, no município de Selvíria/MS, em cultivo irrigado por aspersão. Entretanto, na safra seguinte o sistema plantio direto foi superior ao preparo convencional e o cultivo mínimo não apresentou diferença em relação aos dois sistemas. De acordo com Nascente et al. (2011), com aplicação total de nitrogênio (N) na semeadura, o preparo com escarificador (tipo matabroto) apresentou maior produtividade do arroz de terras altas quando comparado aos demais preparos de solo (aiveca, grade, SPD e aeromix). Porém, quando o nitrogênio foi aplicado parte na semeadura e parte em cobertura, o escarificador não diferiu da grade, do SPD, mas foi inferior ao arado de aiveca e superior ao aeromix.

A adubação nitrogenada é outro fator que influencia algumas características morfológicas da cultura do arroz de terras altas, podendo afetar positiva ou negativamente a produtividade. Elevadas doses de N aplicadas em cultivares tradicionais, geralmente ocasionam o acamamento das plantas (ARF et al., 2005). Em um trabalho realizado por Arf et al. (2015), os autores verificaram que com o aumento da dose de adubação nitrogenada houve maior altura de plantas e, conseqüentemente, maior acamamento das plantas, sendo a dose máxima utilizada de 120 kg ha<sup>-1</sup> de N. A recomendação de Cantarella, Raij e Camargo (1997) para adubação nitrogenada no arroz de terras altas é de 10 kg ha<sup>-1</sup> de N na semeadura, e 20 a 60 kg ha<sup>-1</sup> de N em cobertura, sendo a última dose para produtividade esperada de 2.500 a 4.000 kg ha<sup>-1</sup>.

Dessa forma, todas as práticas culturais durante a condução da cultura devem ser planejadas e realizadas de maneira adequada para que haja um bom desenvolvimento da cultura, proporcionando as condições para cada cultivar expressar seu máximo potencial produtivo.

Além disso, o desenvolvimento de novos cultivares de arroz de terras altas, visando maior capacidade produtiva, tolerância ao acamamento e à seca, e resistência às principais doenças, pode favorecer o desempenho da cultura do arroz nesse sistema de cultivo (FORNASIERI FILHO; FORNASIERI, 2006).

## 2.2 CULTIVARES

A escolha do cultivar adequado, de acordo com o local, é de suma importância para um bom desempenho da cultura, uma vez que a produtividade estará diretamente relacionada com o genótipo de cada cultivar, com as condições edafoclimáticas e com o manejo fitotécnico utilizado durante a condução da cultura. Atualmente, há um crescimento na quantidade de materiais de arroz de terras altas disponíveis, sendo necessário verificar qual cultivar deve ser escolhido de acordo com o sistema em que se deseja produzir e as condições do local, levando em consideração o manejo a ser adotado para a cultura (COLOMBARI FILHO; RANGEL, 2015).

As principais características desejáveis para o arroz de terras altas irrigado por aspersão, segundo Soares et al. (2004) são porte baixo/intermediário; resistência a doenças e ao acamamento; precocidade; alto vigor inicial das plantas; responsivas à melhoria do ambiente; alto potencial produtivo; grão longo/fino (agulhinha) e de boa qualidade. Sant'Ana (1982) acrescenta certo grau de tolerância à seca e certo grau de dormência.

Algumas características morfológicas para o cultivo de arroz tropical também foram mencionadas por Yoshida (1981), como plantas de menor porte, com colmos duros, para que haja maior tolerância ao acamamento; folhas eretas, contribuindo para a fotossíntese devido a maior incidência da luz; perfilhamento adequado, o qual no preparo convencional do solo afeta de maneira mais acentuada a produtividade, quando comparado ao sistema plantio direto, uma vez que nesse sistema a produtividade possui maior dependência do colmo principal.

De acordo com Colombari Filho et al. (2013), sabe-se que o desenvolvimento de qualquer cultura depende da interação genótipo-ambiente, sendo que cada cultivar tem um determinado desenvolvimento de acordo com o local em que é cultivado. Portanto, em cada região é importante a avaliação de cada material nos aspectos de produtividade, adaptabilidade e estabilidade. Segundo Mariotti et al. (1976), a adaptabilidade é a capacidade do material responder de forma positiva a uma mudança ambiental, e a estabilidade é a capacidade do material ser produtivo em diferentes ambientes. Em um trabalho realizado por Moura Neto, Soares e Aidar (2002), que avaliaram 14 cultivares de arroz de terras altas e verificaram que algumas delas apresentam diferença estatística de produtividade, demonstrando a importância de verificar qual o cultivar adequado para cada condição de cultivo.

A produtividade do arroz é influenciada pelo cultivar utilizado, além de ser dependente do manejo adotado para o cultivo do arroz de terras altas (BUZETTI et al., 2006). Os fatores climáticos como temperatura, fotoperíodo e radiação solar também interferem no desenvolvimento de arroz de terras altas, nesse caso é necessário realizar a adequação na época de semeadura, para que haja melhores condições climáticas em cada fase da cultura do arroz de terras altas.

### 2.3 ÉPOCAS DE SEMEADURA

Para determinar a época de semeadura que mais favorece o desenvolvimento do arroz de terras altas, é preciso levar em considerações as exigências climáticas da cultura.

A temperatura deve estar dentro do limite, sendo que cada fase do arroz possui uma determinada faixa de temperatura ideal. Geralmente temperaturas entre 20 e 30°C são adequadas. Para a germinação as temperaturas ótimas variam de 20 a 35°C, já para o perfilhamento temperaturas de 25 a 31°C são desejáveis; para a floração a faixa é de 30 a 33°C, e para a maturação as temperaturas podem oscilar de 20 a 25°C (YOSHIDA, 1981).

Dessa forma, temperaturas abaixo de 20°C podem causar danos à cultura do arroz, como desuniformidade de maturação e espiguetas estéreis. Assim como temperaturas acima de 35°C, em regiões de cultivo de arroz sem suplementação de água, também ocorre a esterilidade das espiguetas. Com a introdução de diferentes cultivares, alguns são mais tolerantes às altas temperaturas em determinado estágio de desenvolvimento, porém são suscetíveis em outra fase fenológica (YOSHIDA, 1981).

Em alguns cultivares de arroz, que são menos sensíveis ao fotoperíodo, em condição de fornecimento de água, o fator de maior influência é a temperatura. Assim, as fases fenológicas podem ser determinadas através da soma térmica (graus-dia), que leva em consideração o acúmulo de temperaturas diárias, entre a temperatura máxima e a mínima exigida pelas plantas (SILVA et al., 2015). Em um trabalho realizado por Oliveira et al. (2000), estudando o número de graus-dia, da semeadura ao florescimento, de diferentes cultivares de arroz de terras altas no estado de Minas Gerais, os autores verificaram o número de graus-dia para os cultivares: Caiapó, Canastra, Confiança, Douradão, Guarani, Rio Doce e Rio Paranaíba que foram, respectivamente: 1.396, 1.318, 1.444, 1.152, 1.124, 1.163 e 1.431 graus-dia.

Outro fator climático que pode interferir no desenvolvimento do arroz é o fotoperíodo, que é o intervalo entre o nascer e o pôr-do-sol. A cultura do arroz, na sua origem, é uma

planta de dia curto (YOSHIDA, 1981), podendo haver plantas insensíveis, pouco sensíveis e muito sensíveis ao fotoperíodo (FORNASIERI FILHO; FORNASIERI, 2006). Tragnago et al. (2013) e Tragnago et al. (2014) observaram que nos dois anos de condução do experimento (safras 2012/13 e 2013/14) houve aumento no ciclo de arroz de terras altas com o aumento do fotoperíodo combinado a baixas temperaturas, avaliando diferentes cultivares de arroz de terras altas (BRS Primavera, BRS Pepita, BRS Aimoré, BRS Caçula, BRSGO Serra Dourada e BRS Esmeralda), no estado do Rio Grande do Sul. No primeiro ano observaram uma média de 90 dias entre a semeadura e o florescimento e 89 dias no segundo ano de cultivo.

Porém, devido ao melhoramento genético e o processo de adaptação de cultivares, o fotoperíodo não é um fator limitante, pois houve uma seleção para cultivares com ciclos compatíveis com o fotoperíodo de cada região (FORNASIERI FILHO; FORNASIERI, 2006).

A radiação solar também interfere no desenvolvimento das plantas de arroz, sendo extremamente importante para o processo de fotossíntese, principalmente a radiação com comprimento de onda entre 0,4 e 0,7  $\mu\text{m}$ , que é a radiação fotossinteticamente ativa (MONTEITH, 1972). A luz é responsável por fornecer energia para que ocorra a oxidação da água, liberando  $\text{O}_2$  para a atmosfera e convertendo  $\text{CO}_2$  em açúcares. Além disso, a presença de luz é fundamental para que ocorram vários processos bioquímicos na planta, uma vez que há a regulação de enzimas do ciclo de Calvin-Benson como rubisco, sedoheptulose-1,7-bisfosfato fosfatase, ribulose-5-fosfato quinase, frutose-1,6-bisfosfato fosfatase, NADP-gliceraldeído-3-fosfato desidrogenase (TAIZ et al., 2017).

A cultura do arroz possui exigências diferentes, de radiação solar, de acordo com a fase de desenvolvimento da cultura. Assim, na fase vegetativa, o sombreamento possui pouca influência nos componentes de produção e na produtividade, enquanto na fase reprodutiva, o sombreamento é prejudicial, pela redução do número de espiguetas por área, e na fase maturação, diminui a porcentagem de grãos cheios (FORNASIERI FILHO; FORNASIERI, 2006).

Segundo Fornasieri Filho e Fornasieri (2006), dependendo da arquitetura das plantas, as folhas superiores podem receber excesso de radiação, não aumentando a taxa de fotossíntese, já as folhas mais inferiores estarão recebendo menor quantidade de radiação, devido ao sombreamento, possuindo a capacidade de aumentar a taxa fotossintética com o aumento na radiação. Por isso, torna-se fundamental a arquitetura adequada da planta, aumentando a quantidade de radiação que atinge o interior do dossel, fazendo com que haja, até mesmo, maior desenvolvimento da cultura e maior produtividade.

Pinheiro et al. (1990) observaram que, em condições hídricas adequadas na cultura do arroz de terras altas, quando as condições climáticas são de dias nublados na fase reprodutiva do arroz, o alto índice de área foliar não garante alta produtividade.

Arf et al. (2000) realizaram um trabalho com épocas de semeadura (setembro, outubro, novembro, dezembro, janeiro e fevereiro) e diferentes cultivares de arroz de terras altas (IAC 201, Carajás, Guarani, IAC 202, CNA 7800, CNA 7801, Caiapó, Rio Paranaíba e Araguaia) irrigado por aspersão. O trabalho foi desenvolvido nos anos agrícolas de 1995/96 e 1996/97, no município de Selvíria/MS. De acordo com os resultados, os autores concluíram que a semeadura em novembro promoveu maiores produtividades nos dois anos de cultivo.

Portanto, verifica-se que as condições climáticas são fundamentais no desenvolvimento da cultura do arroz de terras altas, sendo que na região de Selvíria/MS, o último estudo foi há 20 anos, obtendo-se novembro como a melhor época de semeadura. Enfatiza-se então, a importância de mais estudos com novas cultivares para essa região, atentando-se para a época de semeadura que favorecerá a produtividade do arroz de terras altas.

### 3 MATERIAL E MÉTODOS

#### 3.1 CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA EXPERIMENTAL

O experimento foi desenvolvido no município de Selvíria (MS), durante o ano agrícola 2016/17, em área experimental da Fazenda de Ensino, Pesquisa e Extensão da Universidade Estadual Paulista (20° 20' 53" S e 51° 24' 02" W), com altitude de 335 m. O solo local é do tipo LATOSSOLO VERMELHO Distrófico típico, argiloso (SANTOS et al., 2013). Na safra 2015/16 a área foi cultivada com soja e posteriormente ficou em pousio até a época de instalação do experimento.

As características químicas do solo foram determinadas antes da instalação do experimento (14/09/2016), conforme metodologia descrita por Raij et al. (2001), obtendo-se os seguintes resultados:

**Tabela 1** - Análise química do solo da área experimental na camada de 0,00 a 0,20 m. Selvíria, MS, Brasil (2016).

<b>P resina</b>	<b>M.O.</b>	<b>pH</b>	<b>K</b>	<b>Ca</b>	<b>Mg</b>	<b>H+Al</b>	<b>Al</b>	<b>SB</b>	<b>CTC</b>	<b>V</b>
mg dm <sup>-3</sup>	g dm <sup>-3</sup>	CaCl <sub>2</sub>	mmolc dm <sup>-3</sup>						%	
16	18	4,8	8,4	12	12	15	0	32,4	47,4	68

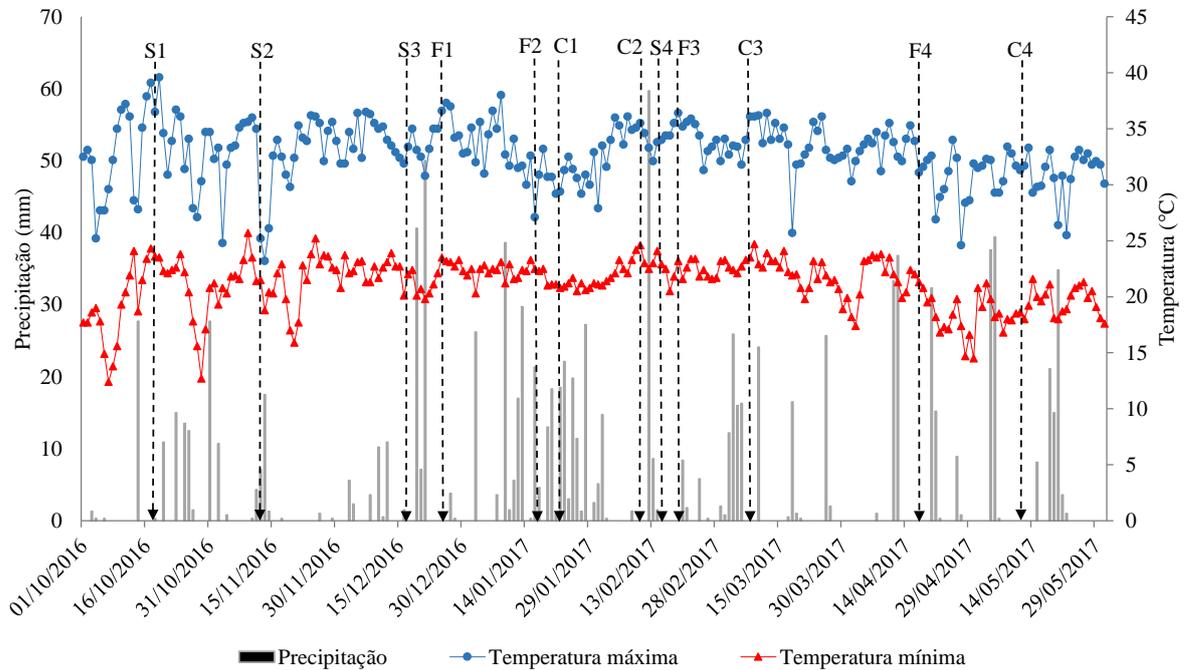
Fonte: Elaboração da própria autora.

#### 3.2 CLIMA

O clima da região, segundo classificação de Köppen, é do tipo Aw, com precipitação pluvial média anual de 1.313 mm, sendo a temperatura anual mínima e máxima de 19 e 31 °C, respectivamente, e umidade relativa do ar média anual entre 70 e 80% (PORTUGAL; PERES; RODRIGUES, 2015).

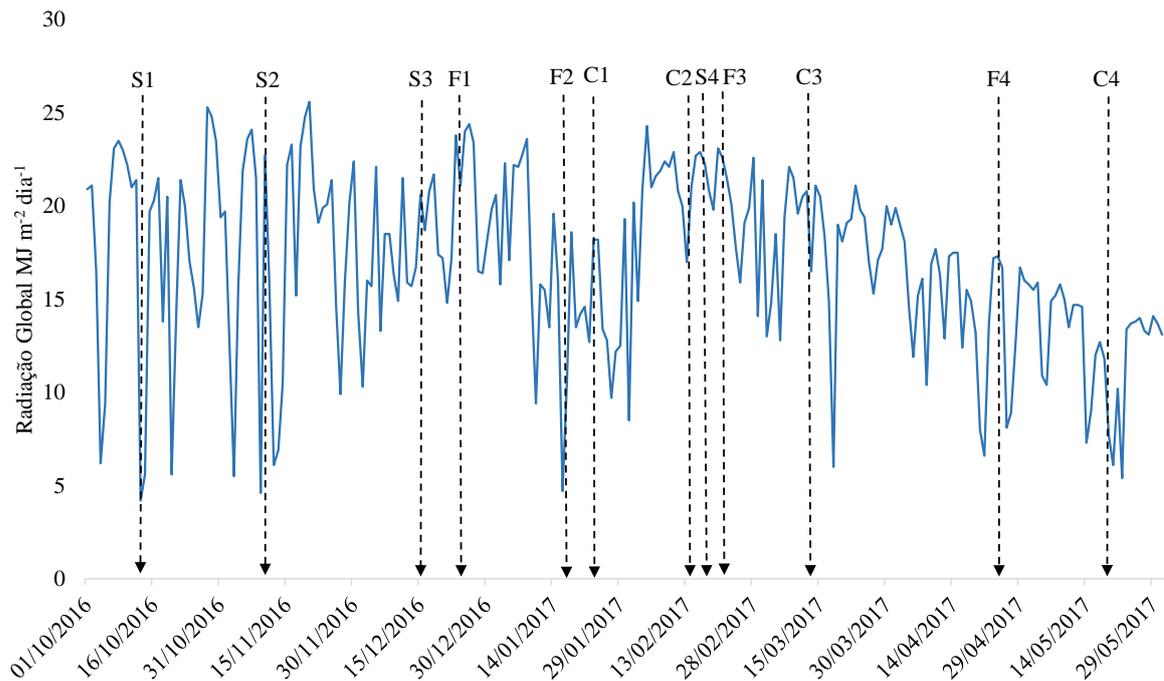
Na Figura 1 estão apresentados os dados de precipitação, temperatura máxima e mínima durante a condução do experimento na safra 2016/17, e os dados de radiação global encontram-se na Figura 2.

**Figura 1** - Precipitação pluvial (mm), temperatura máxima e mínima (°C) durante a condução do experimento no ano agrícola 2016/17. S1, S2, S3, S4 representam a semeadura; F1, F2, F3, F4 representam o início do florescimento; C1, C2, C3, C4, representam o início da colheita, nas épocas de implantação em outubro, novembro, dezembro e fevereiro, respectivamente.



Fonte: Universidade Estadual Paulista- UNESP (2017).

**Figura 2** – Radiação global ( $\text{MJ m}^{-2} \text{ dia}^{-1}$ ) durante a condução do experimento no ano agrícola 2016/17. S1, S2, S3, S4 representam a semeadura; F1, F2, F3, F4 representam o início do florescimento; C1, C2, C3, C4, representam o início da colheita, nas épocas de implantação em outubro, novembro, dezembro e fevereiro, respectivamente.



Fonte: Universidade Estadual Paulista- UNESP (2017).

### 3.3 TRATAMENTOS E DELINEAMENTO EXPERIMENTAL

O delineamento experimental foi em blocos casualizados com quatro épocas de semeadura, cada época com oito cultivares e quatro repetições. As épocas de semeadura foram realizadas em 13/10/16, 09/11/16, 15/12/16 e 16/02/17. Não foi possível realizar a semeadura no mês de janeiro devido à alta precipitação que impediu o preparo do solo e a semeadura.

Os cultivares de arroz foram: BRS Esmeralda, ANa 5015, ANa 6005, BRSGO Serra Dourada, os quais são classificados como tipo intermediário; IPR 117, considerado tipo tradicional; IAC 500, IAC 203 e ANa 7211, que se enquadram no tipo moderno.

Cada parcela foi composta por seis linhas de 4,5 m de comprimento, com espaçamento entrelinhas de 0,35 m. A área útil foi composta por quatro linhas centrais, considerando as linhas laterais como bordadura

### 3.4 DESCRIÇÃO DOS CULTIVARES UTILIZADOS

O cultivar BRS Esmeralda possui boa produtividade, podendo atingir 7.500 kg ha<sup>-1</sup>. Possui resistência moderada às principais doenças e certa tolerância ao estresse hídrico. Seu risco de acamamento é reduzido por apresentar bom stay green (CASTRO et al., 2014).

O cultivar ANa 5015 possui potencial produtivo de 5.000 kg ha<sup>-1</sup>, apresenta resistência moderada às principais doenças e ao acamamento de plantas, possuindo porte médio. Já o cultivar ANa 6005 apresenta potencial produtivo de 6.000 kg ha<sup>-1</sup>, possui porte médio e resistência ao acamamento, além de ser moderadamente resistente às principais doenças da cultura (AGRONORTE, 2017).

O cultivar BRSGO Serra Dourada foi desenvolvido para pequenos produtores com menor uso de insumos agrícolas, sua produtividade pode atingir 4.500 kg ha<sup>-1</sup>, é moderadamente resistente a doenças (MELO et al., 2012). O cultivar IPR 117 é do tipo tradicional, possui produtividade média de 3.500 kg ha<sup>-1</sup>, é moderadamente suscetível ao acamamento e moderadamente resistente às principais doenças (INSTITUTO AGRONÔMICO DO PARANÁ- IAPAR, 2017).

O IAC 500 é um cultivar aromático, do tipo moderno, podendo produzir até 6.000 kg ha<sup>-1</sup>, possui alta tolerância ao acamamento pelo seu baixo porte e é moderadamente suscetível à brusone. Esse cultivar pode ser cultivado tanto no sistema inundado como no sistema de terras altas irrigado por aspersão (BASTOS, 2001). O cultivar IAC 203 é do tipo moderno,

possui boa tolerância ao acamamento pelo porte baixo. Sua produtividade média é de 4.380 kg ha<sup>-1</sup>, apresentando boa tolerância à brusone (REGITANO NETO et al., 2013).

O cultivar ANa 7211 possui porte médio e potencial produtivo de 7.500 kg ha<sup>-1</sup> e pode ser cultivado tanto no sistema inundado como no sistema de sequeiro (AGRONORTE, 2017). Todos os cultivares apresentam grãos longo/fino (agulhinha), com exceção do cultivar IPR 117, que possui grãos longos.

### 3.5 INSTALAÇÃO E CONDUÇÃO DO EXPERIMENTO

O solo foi preparado anteriormente à instalação da cultura do arroz, com uma aração e duas gradagens. A adubação de semeadura foi realizada manualmente utilizando 250 kg ha<sup>-1</sup> do formulado 08-28-16 de acordo com as recomendações de Cantarella, Rajj e Camargo (1997). Precedendo a semeadura, as sementes foram tratadas com piraclostrobina, tiofanato metílico e fipronil, nas doses de 5, 45 e 50 g do ingrediente ativo (i.a.) a cada 100 kg de semente, respectivamente. A semeadura foi realizada manualmente, com 70 kg ha<sup>-1</sup> de sementes.

O manejo de plantas daninhas foi realizado utilizando herbicidas em pré-emergência (pendimethalin, 1.400 g ha<sup>-1</sup> do i.a.) logo após a semeadura, e em pós-emergência (metsulfuron-methyl, 2 g ha<sup>-1</sup> do i.a.), aproximadamente aos 13 dias após a emergência (DAE). A adubação de cobertura foi feita aproximadamente aos 28 DAE, utilizando como fonte sulfato de amônio, na dose de 60 kg ha<sup>-1</sup> de N. Foi realizada uma aplicação de trifloxystrobina + tebuconazol (75 + 150 g ha<sup>-1</sup> do i.a.) com o objetivo de prevenir possível ocorrência de brusone; também foi aplicado thiamethoxam (25 g ha<sup>-1</sup> do i.a.) para controle do percevejo do colmo, por ocasião do florescimento.

O fornecimento de água foi por meio de sistema fixo de irrigação convencional por aspersão, apresentando precipitação média de 3,3 mm hora<sup>-1</sup>. No manejo de água da cultura do arroz foram utilizados três coeficientes de cultura (Kc), distribuídos no período compreendido entre a emergência e a colheita. Para a fase vegetativa utilizou-se o valor de 0,4; para a fase reprodutiva dois Kc, o inicial de 0,70 e o final de 1,00 e para a fase de maturação estes valores foram invertidos, ou seja, o inicial de 1,00 e o final de 0,70. A colheita foi realizada manualmente quando as plantas de arroz apresentarem 90% das panículas maduras.

### 3.6 AVALIAÇÕES

Foram avaliadas as seguintes características:

#### **Floração**

Número de dias transcorridos entre a emergência e a floração de 50% das plantas das parcelas.

#### **Maturação**

Número de dias transcorridos entre a emergência e a maturação de 90% das panículas das parcelas.

#### **Teor relativo de clorofila foliar**

Determinado utilizando o aparelho clorofiLOG CFL 1030, produzido pela Falker Automação Agrícola, com cinco pontos de leitura por parcelas, sendo as leituras realizadas no terço médio da folha mais jovem completamente desenvolvida, quando realizou-se as leituras aos 15 DAE e na “folha bandeira”, quando realizou-se as leituras por ocasião do florescimento.

#### **Nitrato redutase**

Realizada pela coleta de 5 folhas mais jovens completamente desenvolvidas. As folhas foram picadas e pesou-se 0,5 g do material, que foi inserido em solução de tampão fosfato +  $\text{KNO}_3$ , e submetido a banho-maria por uma hora. Posteriormente à reação, foi realizada a leitura em espectrofotômetro a 540 nm (RADIN, 1973).

#### **Teor de N foliar**

Por ocasião do florescimento foi coletado o limbo foliar de vinte “folhas bandeira” por parcela que, após a secagem, foram moídas em moinho tipo Wiley, e em seguida, submetidas à digestão sulfúrica, conforme metodologia proposta por Malavolta, Vitti e Oliveira (1997).

#### **Massa de matéria seca da parte aérea do arroz**

Por ocasião do florescimento foi coletado por parcela dois pontos de 0,30 m de linha da parte aérea das plantas de uma das linhas centrais. A massa de matéria seca foi obtida após secagem das plantas em estufa a 65°C com circulação de ar até peso constante.

#### **Altura de plantas (cm)**

Durante o estágio de grãos na forma pastosa foi determinada em cinco pontos ao acaso por parcela, na área útil de cada parcela, a distância média compreendida desde a superfície do solo até a extremidade superior da panícula mais alta.

### **Acamamento**

Determinado por observações visuais na fase de maturação, utilizando-se a seguinte escala de notas: 0 – sem acamamento; 1 – até 5% de plantas acamadas; 2 – 5 a 25%, 3 – 25 a 50%; 4 – 50 a 75% e 5 – 75 a 100% de plantas acamadas.

### **Número de panículas m<sup>-2</sup>**

Obtido mediante a contagem das panículas em um metro, e, posteriormente, realizado o cálculo para conversão em número de panículas m<sup>-2</sup>.

### **Número total de espiguetas por panícula**

Média do número de grãos de vinte panículas coletadas no momento da colheita, em cada parcela.

### **Número de espiguetas cheias e vazias por panícula**

Média do número de espiguetas cheias e vazias de vinte panículas após separação dos mesmos por fluxo de ar.

### **Escaldadura**

As avaliações da escaldadura foram realizadas visualmente com base na severidade do ataque e foi atribuída uma nota para cada doença, utilizando-se a seguinte escala de notas (EMPRESA BEASILERIA DE PESQUISA AGROPECUARIA- EMBRAPA, 1977): 0 - sem ocorrência da infecção; 1 - menos de 1% da área foliar afetada; 3 – 1% a 5% de área foliar afetada; 5 – 6% a 25% de área foliar afetada; 7 – 26% a 50% de área foliar afetada; 9 – 51% a 100% de área foliar afetada.

### **Fertilidade das espiguetas**

Obtida pela relação entre o número de espiguetas cheias por panícula e o número total de espiguetas por panícula, e multiplicando-se por 100.

### **Massa de cem grãos**

Realizada pela coleta ao acaso e pesagem de duas amostras de 100 grãos de cada parcela, corrigindo a 13% base úmida.

### **Massa hectolétrica**

A massa de 100 litros foi determinada em balança apropriada com teor de água dos grãos corrigidos para 13% (base úmida), utilizando-se duas amostras por parcela.

### **Produtividade de grãos**

Obtida por meio de pesagem dos grãos em casca, proveniente da colheita manual da área útil das parcelas, corrigindo-se a umidade para 13% e convertendo em kg ha<sup>-1</sup>. As parcelas que apresentaram acamamento foram colhidas cuidadosamente, evitando perdas.

**Eficiência produtiva**

Determinada pela razão entre a produtividade de grãos (kg) e a massa de matéria seca da parte aérea (kg).

**Adaptabilidade e estabilidade**

Utilizou-se a metodologia de Eberhart e Russel (1966), considerando a média e o coeficiente de regressão ( $\beta_1$ ) para adaptabilidade; o coeficiente de determinação ( $R^2$ ) e a variância desvios de regressão ( $\sigma^2d$ ) para estabilidade.

**Rendimento de engenho**

Uma amostra de 100g de grãos de arroz em casca de cada parcela foi processada em engenho de prova Suzuki, modelo MT, por 1 minuto, para a obtenção do grão polido. Para a determinação do rendimento de engenho dos grãos integrais, o processo utilizado foi o mesmo para os grãos polidos, porém a amostra não permaneceu por 1 minuto do rendimento de prova, foi feita apenas a passagem da amostra para a retirada da casca. Em seguida, os grãos brunidos (polidos) e os grãos integrais foram pesados e o valor encontrado considerou-se como rendimento de benefício, sendo os resultados expressos em porcentagem (%). Posteriormente, os grãos brunidos (polidos) e integrais foram colocados no “Trieur” nº 0 e a separação dos grãos foi processada por 30 segundos. Assim os grãos que permaneceram no “Trieur” foram pesados, obtendo-se o rendimento de inteiros e os demais, considerados como grãos quebrados, ambos expressos em porcentagem.

### 3.7 ANÁLISE ESTATÍSTICA

Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância individual para cada época de semeadura. A razão entre o maior e menor quadrado médio residual foi menor que sete, para todas as características, indicando homogeneidade entre os mesmos (BANZATTO; KRONKA, 2006) e permitindo a análise conjunta dos experimentos. Para as épocas de semeadura utilizou-se o teste de Tukey (5% de probabilidade), e para os cultivares foi utilizado o teste Scott-Knott, a 5% de probabilidade. O programa estatístico empregado foi o SISVAR (FERREIRA, 2014). Para as análises de adaptabilidade e estabilidade, utilizou-se o programa GENES (CRUZ, 2001).

## 4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 4.1 DESENVOLVIMENTO DA CULTURA DO ARROZ

A precipitação foi superior no final do mês de dezembro de 2016 e no mês de janeiro de 2017. Observou-se que as temperaturas diminuíram a partir de meados de abril até o final da condução do experimento. Os picos de temperatura máxima ocorreram em meados de outubro (Figura 1).

Na Tabela 2 estão descritos os dados de dias transcorridos da emergência até o florescimento (f) e até a colheita (c) de cultivares de arroz em cada época de semeadura. O menor ciclo foi observado no cultivar IPR 117, em todas as épocas de semeadura, variando de 80 a 93 dias. Já os maiores ciclos foram verificados nos cultivares ANa 7211 e IAC 500, sendo de 90 até 111 dias. Os demais cultivares obtiveram valores intermediários.

**Tabela 2** - Dias da emergência até o florescimento (f) e colheita (c) de cultivares de arroz em diferentes épocas de semeadura. Selvíria, MS, 2016/17

Cultivar	Época de semeadura								Média	
	Outubro		Novembro		Dezembro		Fevereiro			
	f	c	f	c	f	c	f	c	f	c
BRS Esmeralda	71	95	72	94	67	90	66	92	69	93
ANa 5015	66	95	63	89	61	82	61	83	63	87
ANa 6005	73	95	73	94	70	90	69	92	71	93
IPR 117	64	93	59	87	61	80	59	83	61	86
IAC 500	79	103	76	96	70	90	75	92	75	95
IAC 203	75	95	69	89	63	82	61	83	67	87
Serra Dourada	71	97	67	94	65	82	61	83	66	89
ANa 7211	78	111	79	103	72	96	75	92	76	100
Média	72	98	70	93	66	87	66	88		

Fonte: Dados da própria autora.

### 4.2 TEOR RELATIVO DE CLOROFILA FOLIAR, ENZIMA NITRATO REDUTASE E TEOR DE N FOLIAR

Houve diferença entre os cultivares e épocas de semeadura para os valores médios do teor relativo de clorofila foliar (SPAD) determinado aos 15 DAE (Tabela 3). Os cultivares com maiores valores foram BRS Esmeralda, ANa 5015, ANa 6005, BRSGO Serra Dourada e ANa 7211. Já na semeadura de dezembro observou-se o maior teor relativo de clorofila foliar em relação às demais épocas.

**Tabela 3** - Valores médios do teor relativo de clorofila foliar (SPAD) aos 15 DAE de cultivares de arroz em diferentes épocas de semeadura. Selvíria, MS, 2016/17.

Cultivar	Época de semeadura				Média
	Outubro	Novembro	Dezembro	Fevereiro	
BRS Esmeralda	39,48	37,46	40,58	38,48	39,00 a
ANa 5015	36,06	36,48	39,26	36,00	36,95 a
ANa 6005	36,74	36,56	40,29	37,16	37,69 a
IPR 117	35,20	34,32	36,85	33,44	34,96 b
IAC 500	31,80	35,62	39,32	36,72	35,86 b
IAC 203	34,96	33,50	35,70	32,55	34,18 b
Serra Dourada	38,40	37,81	39,10	36,24	37,89 a
ANa 7211	36,24	36,68	38,24	36,93	37,02 a
Média	36,11 B	36,05 B	38,67 A	35,94 B	36,69
Teste F					
Cultivar	9,02 **				
Época	12,22 **				
CxE	1,19 <sup>ns</sup>				
CV(%)	5,81				

\*\*, \* = significativo pelo teste F a 1 e 5%, respectivamente. CV= coeficiente de variação. Médias seguidas de mesma letra, minúscula na coluna e maiúscula na linha, não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Scott-Knott e Tukey a 5% de probabilidade, respectivamente; D.M.S. relativa à época de semeadura 1,40.

Fonte: Dados da própria autora.

Lin et al. (2010) avaliando dois cultivares de arroz (Wujin 9728 e Bing 9642), constataram diferença entre as leituras SPAD para esses cultivares, nos tratamentos sem a aplicação de N e com a aplicação de 80 kg ha<sup>-1</sup> de N, durante o ciclo do arroz. O cultivar Bing 9642 apresentou maiores leituras em relação ao Wujin 9728, sendo que o primeiro cultivar apresentava como característica folhas de cor escura, enquanto o segundo a coloração das folhas era clara.

Fonseca, Cutrim e Rangel (2002) afirmaram que a coloração das folhas é uma característica influenciada pelo ambiente, principalmente quando ocorre a aplicação de N, de acordo com a disponibilidade de N no solo, quando há maior disponibilidade a coloração é verde-escura.

De acordo com Taiz et al. (2017), as clorofilas são pigmentos responsáveis na absorção de luz, que é a fonte de energia para o processo de fotossíntese. Assim que a luz é absorvida, ela excita a clorofila, que irá liberar essa energia de diferentes formas, entre elas para a reação fotoquímica da fotossíntese. Portanto, a falta de clorofila irá prejudicar alguns

processos essenciais na planta, como, por exemplo, a absorção de nutrientes (REIS et al., 2006).

O nitrogênio é um nutriente que participa de vários processos bioquímicos nas células vegetais, sendo constituinte de aminoácidos, amidas, proteínas, nucleotídeos, ácidos nucleicos, coenzimas. O primeiro processo que ocorre na assimilação do nitrogênio na forma de nitrato é a redução de nitrato ( $\text{NO}_3^-$ ) a nitrito ( $\text{NO}_2^-$ ), reação catalisada pela enzima nitrato redutase (TAIZ et al., 2017).

No desdobramento da interação cultivares x épocas de semeadura de arroz para a avaliação da nitrato redutase, observou-se que a maioria dos cultivares apresentaram maior quantidade dessa enzima quando a semeadura foi realizada em dezembro, com exceção dos cultivares ANa 6005 e IAC 500, em que os maiores valores foram observados na semeadura de novembro (Tabela 4). Verificou-se para a época de semeadura de outubro, apenas o cultivar IPR 117 obteve valor inferior aos demais. Já na semeadura de novembro e dezembro, o cultivar BRS Esmeralda atingiu os maiores valores, enquanto na época de fevereiro os cultivares BRS Esmeralda e ANa 5015 destacaram-se em relação aos demais cultivares.

Essa enzima é afetada por alguns fatores, entre eles a fosforilação e a desfosforilação do resíduo de serina, sendo que a desfosforilação do resíduo de serina é influenciada pela luz, por níveis de carboidratos, além de vários outros fatores ambientais, estimulando a ativação da nitrato redutase. Já em condições de escuro, ocorre a fosforilação do resíduo de serina, degradando a enzima nitrato redutase (TAIZ et al., 2017). Assim, explicam-se as baixas médias na semeadura realizada em outubro, pois no dia da coleta estava nublado, o que não ocorreu nas demais coletas.

Moro et al. (2014) também observaram diferença na quantidade de nitrato redutase em 10 cultivares de arroz de terras altas, sendo os cultivares Carajás, IAC 202, BRA Bonança e BRS Curinga os que se destacaram em relação aos demais quando a avaliação da enzima foi realizada aos 14 DAE.

CAO et al. (2008), avaliando dois cultivares de arroz (Nanguang e Yunjing) e duas formas de fertilizante nitrogenado (sulfato de amônio e nitrato de amônio), verificaram que com a aplicação de nitrato de amônio, a quantidade de enzima nitrato redutase foi o dobro em relação à aplicação de sulfato de amônio, além disso, o cultivar Nanguang se mostrou mais sensível ao nitrato aplicado, incrementando de forma acentuada a quantidade de nitrato redutase em relação ao Yunjing.

**Tabela 4** - Valores médios da nitrato redutase ( $\mu\text{g NO}_2^- \text{ g matéria fresca h}^{-1}$ ) aos 15 DAE de cultivares de arroz em diferentes épocas de semeadura. Selvíria, MS, 2016/17.

Cultivar	Época de semeadura				Média
	Outubro	Novembro	Dezembro	Fevereiro	
BRS Esmeralda	9,22 aD	32,66 aB	79,55 aA	26,82 aC	37,06 a
ANa 5015	10,16 aC	27,16 bB	44,40 cA	24,31 aB	26,51 b
ANa 6005	10,11 aC	23,42 cA	15,56 fB	13,92 cB	15,75 e
IPR 117	5,66 bC	8,39 eC	50,06 bA	26,71 aB	22,70 c
IAC 500	9,60 aB	21,93 cA	7,65 gB	18,98 bA	14,54 e
IAC 203	9,45 aD	21,06 cB	30,42 eA	17,16 bC	19,52 d
Serra Dourada	9,31 aD	24,43 cB	36,34 dA	19,07 bC	22,28 c
ANa 7211	10,68 aB	13,59 dAB	15,91 fA	5,86 dC	11,51 f
Média	9,27 D	21,58 B	34,95 A	19,10 C	21,24
Teste F					
Cultivar	260,41 **				
Época	901,62 **				
CxE	132,32 *				
CV(%)	9,40				

\*\*, \* = significativo pelo teste F a 1 e 5%, respectivamente. CV= coeficiente de variação. Médias seguidas de mesma letra, minúscula na coluna e maiúscula na linha, não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Scott-Knott e Tukey a 5% de probabilidade, respectivamente; D.M.S. relativa à época de semeadura dentro de cultivar 3,70.

Fonte: Dados da própria autora.

Para os teores de N foliar também houve interação significativa entre cultivares x épocas de semeadura, verificando-se os maiores teores de N foliar para os cultivares BRS Esmeralda, ANa 5015, ANa 6005 e IPR 117 em relação aos demais cultivares, em todas as épocas de semeadura (Tabela 5). Para os cultivares ANa 6005, IPR 117 e IAC 203 não houve diferença no teor de N foliar entre as épocas de semeadura. Já no cultivar BRS Esmeralda, a semeadura de novembro destacou-se em relação às semeaduras de outubro e fevereiro, enquanto no cultivar ANa 5015 semeado em outubro, verificou-se maior teor de N foliar em relação à semeadura de fevereiro. No cultivar IAC 500, apenas o teor de N foliar na semeadura de fevereiro foi inferior quando comparado às demais épocas de semeadura. O cultivar ANa 7211 apresentou maior teor de N foliar na semeadura de novembro em relação às semeaduras de dezembro e fevereiro.

**Tabela 5** - Valores médios de teor de N foliar ( $\text{g kg}^{-1}$ ), por ocasião do florescimento, de cultivares de arroz em diferentes épocas de semeadura. Selvíria, MS, 2016/17.

Cultivar	Época de semeadura				
	Outubro	Novembro	Dezembro	Fevereiro	Média
BRS Esmeralda	32,90 aB	37,19 aA	33,44 aAB	31,03 aB	33,64 a
ANa 5015	37,08 aA	35,89 aAB	33,88 aAB	32,55 aB	34,85 a
ANa 6005	34,18 aA	36,33 aA	33,95 aA	32,34 aA	34,20 a
IPR 117	34,14 aA	34,28 aA	32,46 aA	33,02 aA	33,47 a
IAC 500	30,36 bA	30,40 bA	29,84 bA	24,24 bB	28,71 b
IAC 203	29,33 bA	29,77 bA	26,88 cA	26,11 bA	28,02 b
Serra Dourada	30,78 bAB	31,64 bA	28,09 cAB	26,97 bB	29,37 b
ANa 7211	30,52 bAB	31,55 bA	21,21 dC	26,83 bB	27,53 b
Média	32,41 A	33,38 A	29,97 B	29,14 B	31,22
Teste F					
Cultivar	29,83 **				
Época	25,08 **				
CxE	2,36 **				
CV(%)	6,26				

\*\* , \* = significativo pelo teste F a 1 e 5%, respectivamente. CV= coeficiente de variação. Médias seguidas de mesma letra, minúscula na coluna e maiúscula na linha, não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Scott-Knott e Tukey a 5% de probabilidade, respectivamente; D.M.S. relativa à época de semeadura dentro de cultivar 4,23.

Fonte: Dados da própria autora.

O nitrogênio é um nutriente muito importante para a planta, por ser componente da molécula de clorofila, ácidos nucleicos, proteínas e citocromos. Na cultura do arroz, a aplicação desse nutriente afeta diretamente a produtividade da cultura, por causar incrementos nos componentes de produção como número de panículas  $\text{m}^{-2}$ , número de espiguetas por panículas e até mesmo na massa dos grãos, uma vez que o N promove aumento de área foliar, ocasionando em aumento da fotossíntese (BORÉM; RANGEL, 2015). De acordo com Makino (2011), há uma forte correlação entre o teor de N foliar e a capacidade fotossintética da planta, por isso busca-se o desenvolvimento de cultivares com maior teor de N foliar.

Mauad, Crusciol e Grassi Filho (2011) observaram diferença no teor de N foliar para dois cultivares de arroz, no qual o cultivar Caiapó (tipo tradicional) apresentou maior teor de N foliar em relação ao Maravilha (tipo moderno). Mingotte, Hanashiro e Fornasieri Filho (2013), avaliando 13 cultivares de arroz, verificaram que há diferença no teor de N foliar de acordo com cada cultivar estudada, sendo o maior valor obtido pelos autores no cultivar IAC 500.

Peres (2017) verificou maior teor de N foliar para o cultivar BRS Esmeralda em relação ao IAC 202, em duas safras (2013/14 e 2014/15), atribuindo essa condição ao genótipo de cada cultivar.

No desdobramento de cultivares x épocas de semeadura para o teor relativo de clorofila foliar por ocasião do florescimento, verificou-se que para os cultivares ANa 5015, IAC 500, IAC 203, BRSGO Serra Dourada e ANa 7211 as médias foram semelhantes em todas as épocas de semeadura (Tabela 6). Já para o cultivar BRS Esmeralda, a semeadura de novembro proporcionou maior teor em relação à semeadura de outubro. Para o cultivar ANa 6005, a média foi superior na semeadura de novembro em relação às semeaduras de outubro e fevereiro. Entretanto, os valores no cultivar IPR 117 foram maiores na semeadura de outubro em relação às semeaduras de novembro e dezembro. Para a semeadura de outubro, nos cultivares BRS Esmeralda, ANa 5015, ANa 6005 e IPR 117, houve maior teor relativo de clorofila foliar em relação aos demais cultivares. Já nas demais épocas de semeadura, o cultivar ANa 6005 se destacou em relação aos demais cultivares.

Observou-se valores crescentes do teor relativo de clorofila foliar dos 15 DAE ao florescimento. Esse resultado pode ser justificado por ter sido realizada a adubação nitrogenada em cobertura aos 28 DAE. Assim, o N por ser componente da molécula de clorofila (TAIZ et al., 2017), pode ter favorecido o aumento dos valores da leitura do teor relativo de clorofila. Corroborando Yuan et al. (2016) que para o cultivar WYJ-24 em cultivo irrigado, observaram maiores valores quando a leitura com o clorofilômetro foi realizada pouco antes do florescimento quando comparado com a leitura realizada no perfilhamento, com valores de aproximadamente 47 e 39, respectivamente. Huang et al. (2008) também observaram aumento das leituras SPAD com o aumento da aplicação de fertilizante nitrogenado em dois cultivares de arroz (Shanyou63 e Liangyoupeijiu).

Silva et al. (2008) afirmaram que há correlação positiva entre o teor relativo de clorofila foliar, com o teor de N nas folhas e a produção de massa de matéria seca das plantas de arroz. No presente trabalho essa semelhança entre as leituras do clorofilômetro e o teor de N foliar ocorreu parcialmente. Para os cultivares BRS Esmeralda, IAC 500 e IAC 203, houve semelhança entre essas duas características para todas as épocas de semeadura. Também nas épocas de outubro e fevereiro, os cultivares BRS Esmeralda, ANa 5015, ANa 6005 e IPR 117 destacaram-se com os maiores valores tanto de teor de N foliar quanto de teor relativo de clorofila foliar.

**Tabela 6** - Valores médios de teor relativo de clorofila foliar (SPAD), por ocasião do florescimento, de cultivares de arroz em diferentes épocas de semeadura. Selvíria, MS, 2016/17.

Cultivar	Época de semeadura				Média
	Outubro	Novembro	Dezembro	Fevereiro	
BRS Esmeralda	40,28 aB	44,86 bA	41,20 bAB	43,76 bAB	42,52 b
ANa 5015	42,24 aA	38,52 cA	42,19 bA	41,62 bA	41,15 c
ANa 6005	41,42 aC	53,02 aA	51,90 aAB	47,68 aB	48,50 a
IPR 117	43,88 aA	39,19 cBC	36,38 cC	41,50 bAB	40,24 c
IAC 500	38,77 bA	38,64 cA	35,28 cA	37,16 cA	37,46 d
IAC 203	38,98 bA	37,66 cA	37,00 cA	35,02 cA	37,16 d
Serra Dourada	36,54 bA	33,90 dA	33,02 cA	33,75 cA	34,30 e
ANa 7211	36,86 bA	33,98 dA	37,34 cA	35,58 cA	35,94 d
Média	39,87	39,97	39,29	39,51	39,66
Teste F					
Cultivar	58,61 **				
Época	0,58 ns				
CxE	5,63 **				
CV(%)	5,94				

\*\* , \* , ns = significativo pelo teste F a 1 e 5%, e não significativo, respectivamente. CV= coeficiente de variação. Médias seguidas de mesma letra, minúscula na coluna e maiúscula na linha, não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Scott-Knott e Tukey a 5% de probabilidade, respectivamente; D.M.S. relativa à época de semeadura dentro de cultivar 4,37.

Fonte: Dados da própria autora.

#### 4.3 MASSA DE MATÉRIA SECA DA PARTE AÉREA, ALTURA, ACAMAMENTO E NÚMERO DE PANÍCULAS

Houve interação para épocas x cultivares para a massa de matéria seca da parte aérea, na qual os cultivares BRS Esmeralda, ANa 6005, IAC 500 e BRSGO Serra Dourada apresentaram menor massa de matéria seca apenas na semeadura de fevereiro quando comparado às demais épocas de semeadura (Tabela 7). Já para os cultivares ANa 5015 e IPR 117, os valores foram superiores na semeadura de novembro em relação à de fevereiro. A massa de matéria seca no cultivar IAC 203 foi maior na semeadura de outubro quando comparado às demais épocas de semeadura. O cultivar ANa 7211, apresentou maior valor na semeadura de novembro em relação às semeaduras de outubro e fevereiro. Assim, os menores valores verificados na semeadura de fevereiro é consequência do menor ciclo dos cultivares e da menor incidência de radiação global.

Na semeadura de outubro houve destaque para os cultivares BRS Esmeralda, ANa 6005, IAC 203 e BRSGO Serra Dourada em relação aos demais. Já na semeadura de novembro, não houve diferença de massa de matéria seca entre os cultivares avaliados. Os cultivares BRS Esmeralda, ANa 6005 e ANa 7211 apresentaram valores superiores em relação aos demais, na semeadura de dezembro. Entretanto, na semeadura realizada em fevereiro, apenas os cultivares IAC 500 e BRSGO Serra Dourada apresentaram menores massa de matéria seca.

Apesar de haver cultivares pertencentes a diferentes grupos (tradicional, intermediário e moderno), não foi observado uma relação entre os grupos de cultivares e a quantidade de massa seca produzida. Assim, a adubação nitrogenada realizada aos 28 DAE, na dose de 60 kg ha<sup>-1</sup> na forma de sulfato de amônio pode ter contribuído para essa interação na massa seca da parte aérea, pois o nitrogênio também pode influenciar no perfilhamento das plantas de arroz (BORÉM; RANGEL, 2015), que conseqüentemente afetará a massa das plantas.

Cada cultivar possui uma eficiência na aquisição e uso do nitrogênio, que é afetada por vários fatores como atividade das enzimas de assimilação, acúmulo e redistribuição de nitrato nos órgãos de reserva, cinética de absorção de N, baixo teor de nitrato redutase nas plantas durante o período vegetativo, ocorrendo o acúmulo de nitrato nos tecidos vegetais e posterior movimentação do nitrato para a síntese de proteínas de reserva no grão. Os fatores ambientais, principalmente radiação solar e temperatura também influenciam na resposta da cultura à aplicação de nitrogênio, sendo que no período de 15 dias que antecede, e após o florescimento, a alta radiação solar e temperaturas entre 25 e 30 °C, favorecem a aplicação de N por haver maior resposta da cultura (FORNASIERI; FORNASIERI FILHO, 2006).

Mauad, Crusciol e Grassi Filho (2011), observaram maior quantidade de massa seca no cultivar Maravilha (grupo moderno) em relação ao cultivar Caiapó (grupo tradicional). Peres (2017), também verificou maior valor dessa característica para o cultivar IAC 202 (grupo moderno) quando comparado ao BRS Esmeralda (grupo intermediário). De acordo com Breseghello, Castro e Moraes (1998), os cultivares do grupo moderno apresentam maior perfilhamento em relação ao grupo tradicional, afetando a massa de matéria seca.

Pal et al. (2017) verificaram redução da massa seca de plantas de arroz quando a semeadura foi realizada em época tardia em relação a época antecipada para diferentes cultivares de arroz, atribuindo essa característica à diminuição do período do desenvolvimento do arroz. O mesmo foi observado no presente trabalho, em que a semeadura tardia proporcionou diminuição no ciclo dos cultivares de arroz, afetando a quantidade de massa de matéria seca produzida.

**Tabela 7** - Valores médios da massa de matéria seca da parte aérea (kg ha<sup>-1</sup>), por ocasião do florescimento, de cultivares de arroz em diferentes épocas de semeadura. Selvíria, MS, 2016/17.

Cultivar	Época de semeadura				Média
	Outubro	Novembro	Dezembro	Fevereiro	
BRS Esmeralda	11.564 aA	10.313 aA	10.073 aA	7.607 aB	9.889 a
ANa 5015	9.527 bAB	10.695 aA	8.341 bAB	7.538 aB	9.025 b
ANa 6005	11.649 aA	11.808 aA	10.786 aA	8.002 aB	10.561 a
IPR 117	9.703 bAB	11.186 aA	9.005 bAB	8.769 aB	9.666 a
IAC 500	10.061 bA	9.969 aA	8.449 bA	5.283 bB	8.441 b
IAC 203	12.491 aA	9.689 aB	7.923 bB	7.710 aB	9.453 a
Serra Dourada	10.957 aA	9.120 aA	9.307 bA	6.726 bB	9.028 b
ANa 7211	7.941 bBC	10.495 aA	10.100 aAB	7.413 aC	8.987 b
Média	10.487 A	10.409 A	9.248 B	7.381 C	9.381
Teste F					
Cultivar	4,26 **				
Época	41,29 **				
CxE	2,60 **				
CV(%)	13,60				

\*\*, \* = significativo pelo teste F a 1 e 5%, respectivamente. CV= coeficiente de variação. Médias seguidas de mesma letra, minúscula na coluna e maiúscula na linha, não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Scott-Knott e Tukey a 5% de probabilidade, respectivamente; D.M.S. relativa à época de semeadura dentro de cultivar 2.364,60.

Fonte: Dados da própria autora.

O porte baixo ou intermediário das plantas de arroz em sistema irrigado por aspersão é desejável para que haja determinada tolerância ao acamamento (FORNASIERI FILHO; FORNASIERI, 2006). Observou-se para o desdobramento de cultivares x épocas de semeadura, que a altura das plantas dos cultivares BRS Esmeralda, ANa 5015, IAC 500, IAC 203, BRSGO Serra Dourada e ANa 7211, foi superior nas semeaduras realizadas em outubro e novembro quando comparada às semeaduras de dezembro e fevereiro (Tabela 8). Já para os cultivares ANa 6005 e IPR 117, a semeadura de novembro destacou-se das demais.

Constatou-se que o cultivar IPR 117 apresentou maiores alturas em todas as épocas de semeadura em relação aos demais cultivares, ressaltando que esse cultivar pertence ao grupo tradicional, possuindo como característica um maior porte. Bem como os cultivares IAC 500 e ANa 7211 apresentaram as menores alturas em todas as épocas, quando comparado aos outros cultivares. Esses dois cultivares estão inseridos no grupo moderno, justificando sua menor altura. Nos cultivares BRS Esmeralda, ANa 5015, ANa 6005 foram verificadas alturas

menores que do IPR 117, porém superiores aos demais cultivares. Já nos cultivares IAC 203 e BRSGO Serra Dourada, as alturas foram superiores apenas em relação ao IAC 500 e ANa 7211.

**Tabela 8** - Valores médios de alturas de plantas (cm) de cultivares de arroz em diferentes épocas de semeadura. Selvíria, MS, 2016/17.

Cultivar	Época de semeadura				
	Outubro	Novembro	Dezembro	Fevereiro	Média
BRS Esmeralda	106,30 bA	112,25 bA	95,20 bB	88,20 bC	100,49 b
ANa 5015	109,70 bA	110,90 bA	96,25 bB	89,75 bB	101,65 b
ANa 6005	103,05 cB	112,00 bA	97,10 bB	84,70 cC	99,21 b
IPR 117	115,80 aB	123,70 aA	104,60 aC	102,25 aC	111,59 a
IAC 500	81,10 eA	74,90 fA	61,65 eB	47,95 fC	66,40 f
IAC 203	101,05 cA	106,40 cA	79,45 cB	74,60 dB	90,38 c
Serra Dourada	96,40 dA	97,80 dA	78,95 cB	76,60 dB	87,44 d
ANa 7211	82,65 eA	82,05 eA	71,80 dB	64,50 eC	75,25 e
Média	99,51 B	102,50 A	85,62 C	78,57 D	91,55
Teste F					
Cultivar	253,43 **				
Época	293,52 **				
CxE	3,62**				
CV(%)	4,10				

\*\*, \* = significativo pelo teste F a 1 e 5%, respectivamente. CV= coeficiente de variação. Médias seguidas de mesma letra, minúscula na coluna e maiúscula na linha, não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Scott-Knott e Tukey a 5% de probabilidade, respectivamente; D.M.S. relativa à época de semeadura dentro de cultivar 2,46.

Fonte: Dados da própria autora.

Nascente et al. (2011) verificaram maiores alturas de plantas, em preparo convencional do solo, nos cultivares pertencentes ao grupo tradicional, como o cultivar Caiapó e BRS Primavera quando comparado com o cultivar BRS Bonança, que é um cultivar do grupo moderno. Arf et al. (2000), avaliando nove cultivares de arroz de terras altas, semeados em diferentes épocas, também observaram interação significativa para altura de plantas. Os autores constataram maiores alturas na semeadura em novembro e dezembro no primeiro ano de cultivo, enquanto no segundo ano de cultivo a semeadura em novembro apresentou maiores valores. Esses resultados são semelhantes ao obtido no presente trabalho, pois a época de novembro proporcionou maior altura para os cultivares avaliados. Assim, as temperaturas no mês de dezembro foram elevadas, período que coincidiu com o período

vegetativo dos cultivares semeados em novembro, proporcionando maiores alturas das plantas.

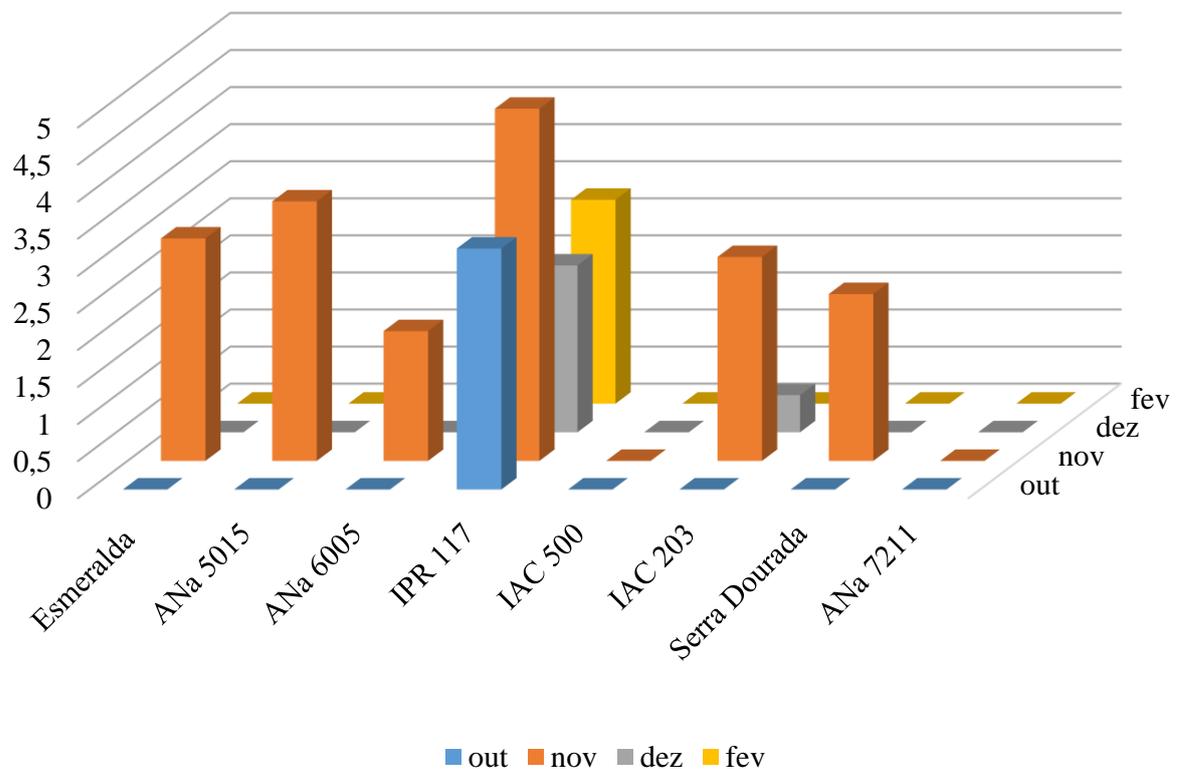
De acordo com Borém e Rangel (2015) plantas de arroz mais altas apresentam algumas vantagens como maior facilidade para colheita manual, maior competição com plantas daninhas e melhor absorção de água e nutrientes por possuir sistema radicular mais profundo. Por outro lado, maiores alturas são prejudiciais às plantas de arroz por possibilitar acamamento.

O acamamento é variável não apenas pela altura da planta, mas também pelo diâmetro do colmo, bem como sua resistência, pela adesão das bainhas aos entrenós, além da produtividade e de fatores ambientais, como disponibilidade hídrica e intensidade de ventos (BRESEGHELLO; CASTRO; MORAIS, 1998).

No presente trabalho, observou-se acamamento no cultivar IPR 117 em todas as épocas de semeadura (Figura 3), estando associado com sua elevada altura, sendo essa uma característica própria do cultivar, por ser do grupo tradicional. Na semeadura realizada em novembro, houve acamamento para a maioria dos cultivares avaliados, com exceção do cultivar IAC 500 e ANa 7211, que apresentaram alturas menores que 0,85 m. O motivo do acamamento nessa época de semeadura, foi a ocorrência de ventos intensos na fase de maturação dos cultivares.

Vários danos são causados quando ocorre acamamento, como a redução de produtividade, por haver menor movimento de fotoassimilados e nutrientes absorvidos, consequência da diminuição da seção transversal dos feixes vasculares. Além de causar auto sombreamento nas plantas, afetando a esterilidade das espiguetas (GUIMARÃES; FAGÉRIA; BARBOSA FILHO, 2002). O acamamento ainda provoca a redução do rendimento de colheita, perda de grãos no solo, menor qualidade do produto, grãos sujos que podem ficar manchados pelo ataque de fungos, além de diminuir a quantidade de grãos inteiros no beneficiamento (BRESEGHELLO; CASTRO; MORAIS, 1998).

**Figura 3** - Notas de acamamento de plantas de arroz de oito cultivares semeados em diferentes épocas de semeadura. Selvíria, MS, 2016/17.



Fonte: Dados da própria autora.

Para a avaliação de panículas  $m^{-2}$ , verificou-se interação significativa para cultivares x épocas de semeadura. Observou-se que todos os cultivares, com exceção do ANa 7211, na semeadura em fevereiro o valor de panículas  $m^{-2}$  foi inferior em relação às demais épocas de semeadura (Tabela 9). Já para o cultivar ANa 7211, a semeadura em outubro proporcionou maior valor em relação à semeadura em dezembro e fevereiro.

Na semeadura em outubro, o valor de panículas  $m^{-2}$  do cultivar ANa 7211 foi superior em relação aos demais cultivares. Quando semeado em novembro, os cultivares que se destacaram em relação aos demais foram IAC 500, BRSGO Serra Dourada e ANa 7211. Na semeadura realizada em dezembro, verificou-se maiores valores para os cultivares BRSGO Serra Dourada e ANa 7211, enquanto os menores valores foram obtidos nos cultivares ANa 5015 e ANa 6005. O cultivar BRSGO Serra Dourada, destacou-se na semeadura em fevereiro em relação aos demais cultivares.

Souza et al. (2010) também verificaram diferença na quantidade de panículas  $m^{-2}$  em três cultivares de arroz, sendo que o IAC 202 apresentou maior valor em relação ao cultivar Confiança, já o cultivar Maravilha não diferiu estatisticamente dos cultivares citados.

**Tabela 9** - Valores médios de número de panículas  $m^{-2}$  de cultivares de arroz em diferentes épocas de semeadura. Selvíria, MS, 2016/17.

Cultivar	Época de semeadura				Média
	Outubro	Novembro	Dezembro	Fevereiro	
BRS Esmeralda	337 bA	317 bA	315 bA	197 bB	292 c
ANa 5015	314 bA	266 bA	266 cA	175 bB	255 c
ANa 6005	306 bA	303 bA	282 cA	211 bB	276 c
IPR 117	323 bA	280 bA	318 bA	197 bB	279 c
IAC 500	367 bA	351 aA	340 bA	204 bB	316 b
IAC 203	303 bA	290 bA	321 bA	208 bB	280 c
Serra Dourada	361 bA	376 aA	411 aA	278 aB	356 a
ANa 7211	446 aA	384 aAB	372 aB	198 bC	350 a
Média	345 A	321 A	328 A	209 B	301,00
Teste F					
Cultivar	15,57 **				
Época	88,92 **				
CxE	1,87 *				
CV(%)	12,39				

\*\*, \* = significativo pelo teste F a 1 e 5%, respectivamente. CV= coeficiente de variação. Médias seguidas de mesma letra, minúscula na coluna e maiúscula na linha, não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Scott-Knott e Tukey a 5% de probabilidade, respectivamente; D.M.S. relativa à época de semeadura dentro de cultivar 69,07.

Fonte: Dados da própria autora.

Esse componente de produção é afetado pelo nitrogênio absorvido pelas plantas, em consequência do maior perfilhamento com o aumento de nitrogênio aplicado (BORÉM; RANGEL, 2015). Além disso, o genótipo de cada cultivar, assim como, os fatores ambientais afetam essa característica (SHRESTHA et al., 2012). Em relação aos fatores climáticos, a radiação solar pode influenciar na taxa fotossintética das plantas, contribuindo para a formação de panículas. Isso ocorre, pois, a energia proveniente da luz é necessária no processo de oxidação da água, para que haja liberação de  $O_2$  e formação de açúcares a partir do  $CO_2$ . A luz também pode regular enzimas do ciclo de Calvin-Benson como rubisco, sedoheptulose-1,7-bisfosfato fosfatase, ribulose-5-fosfato quinase, frutose-1,6-bisfosfato fosfatase, NADP-gliceraldeído-3-fosfato desidrogenase (TAIZ et al., 2017).

No presente trabalho, observaram-se em cada época os valores totais de radiação solar de 1.743 em outubro, 1.699 em novembro, 1.587 em dezembro, 1.396 MJ m<sup>-2</sup> dia<sup>-1</sup> em fevereiro (Figura 2). Assim, ocorreu diminuição na quantidade de panículas m<sup>-2</sup> na semeadura realizada em fevereiro, a qual coincidiu com o menor valor de radiação solar. Resultado semelhante foi encontrado por Wang et al. (2016), que constataram maior número de panículas m<sup>-2</sup> quando o cultivo do arroz foi realizado em estação seca, por haver maior incidência de radiação solar, quando comparado à estação chuvosa, em que a radiação solar foi inferior.

#### 4.4 ESPIGUETAS TOTAIS, CHEIAS E VAZIAS POR PANÍCULA, ESCALDADURA

Constatou-se interação para cultivares x épocas de semeadura, para o número de espiguetas totais por panícula, na qual para os cultivares BRS Esmeralda e IPR 117 não houve diferença nas épocas de semeadura (Tabela 10). Para o cultivar ANa 5015 o número de espiguetas totais foi superior na semeadura de outubro e dezembro em relação à semeadura de fevereiro. Já para o cultivar ANa 6005, a semeadura de outubro proporcionou maior número de espiguetas em comparação à semeadura de fevereiro, enquanto para o cultivar IAC 500, a semeadura de outubro foi superior às demais épocas de semeadura. Para o cultivar IAC 203, a semeadura de outubro favoreceu a quantidade de panículas quando comparado às semeaduras de dezembro e fevereiro. No cultivar BRSGO Serra Dourada, a semeadura de outubro foi superior à semeadura de novembro e fevereiro para o número de espiguetas totais. No cultivar ANa 7211, a quantidade de espiguetas reduziu com as semeaduras tardias.

No desdobramento de cultivares em cada época de semeadura, observou-se que para a semeadura de outubro, o cultivar ANa 7211 destacou-se em relação aos demais. Na semeadura de novembro, o cultivar ANa 7211 apresentou maior número de espiguetas, seguido dos cultivares BRS Esmeralda e ANa 6005. Na semeadura de dezembro, o cultivar ANa 7211 obteve maior quantidade e panículas em relação aos demais, seguido dos cultivares BRS Esmeralda, ANa 5015 e ANa 6005. Já na semeadura de fevereiro os maiores valores foram observados nos cultivares BRS Esmeralda e ANa 7211.

Akinwale et al. (2011) verificaram que o número de espiguetas panícula<sup>-1</sup> é um fator fortemente influenciado pelo genótipo, e ao mesmo tempo pelas condições ambientais. Shretha et al. (2012) avaliando cultivares de arroz cultivados em diferentes altitudes também verificaram que há respostas distintas entre os cultivares em cada ambiente. Alvarez et al.

(2012) observaram que o cultivar BRS Primavera apresentou maior quantidade de espiguetas em relação aos cultivares Caiapó e Maravilha.

**Tabela 10** - Valores médios de número de espiguetas totais panícula<sup>-1</sup> de cultivares de arroz em diferentes épocas de semeadura. Selvíria, MS, 2016/17.

Cultivar	Época de semeadura				Média
	Outubro	Novembro	Dezembro	Fevereiro	
BRS Esmeralda	148 bA	130 bA	131 bA	128 aA	134 b
ANa 5015	134 bA	112 cAB	131 bA	103 bB	120 c
ANa 6005	130 bA	128 bAB	118 bAB	106 bB	120 c
IPR 117	123 bA	106 cA	106 cA	110 bA	111 c
IAC 500	128 bA	96 dB	84 cB	80 cB	97 d
IAC 203	137 bA	113 cAB	104 cB	102 bB	114 c
Serra Dourada	116 bA	91 dB	96 cAB	79 cB	96 d
ANa 7211	188 aA	170 aAB	148 aB	118 aC	156 a
Média	138 A	118 B	115 B	103 C	118
Teste F					
Cultivar	36,95 **				
Época	40,15 **				
CxE	2,37 **				
CV(%)	10,95				

\*\*, \* = significativo pelo teste F a 1 e 5%, respectivamente. CV= coeficiente de variação. Médias seguidas de mesma letra, minúscula na coluna e maiúscula na linha, não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Scott-Knott e Tukey a 5% de probabilidade, respectivamente; D.M.S. relativa à época de semeadura dentro de cultivar 24,06.

Fonte: Dados da própria autora.

A partir das médias do desdobramento de cultivares x épocas de semeadura para o número de espiguetas cheias panícula<sup>-1</sup> (Tabela 11), verificou-se que os cultivares BRS Esmeralda e IPR 117, apresentaram maiores valores na semeadura de outubro em relação às semeaduras de dezembro e fevereiro. O cultivar ANa 5015 foi favorecido na semeadura de outubro em relação às semeaduras de novembro e fevereiro. Já para os cultivares ANa 6005, IAC 203 e BRSGO Serra Dourada, observou-se que o maior número de espiguetas cheias panícula<sup>-1</sup> ocorreu na semeadura de outubro em relação às demais épocas de semeadura. Para o cultivar IAC 500, a semeadura de outubro proporcionou maiores valores em relação às demais semeaduras, sendo que a semeadura de novembro também foi superior à semeadura de fevereiro. As semeaduras de outubro e novembro resultaram em maiores números de espiguetas cheias para o cultivar ANa 7211, em comparação às semeaduras de dezembro e fevereiro.

Na semeadura de outubro, não houve diferença entre os cultivares avaliados. Já na semeadura realizada de novembro, os cultivares BRS Esmeralda, ANa 6005, IPR 117 e ANa 7211 destacaram-se em relação aos demais cultivares. Já na semeadura de dezembro, os maiores valores foram encontrados nos cultivares BRS Esmeralda, ANa 5015 e ANa 6005. Enquanto na semeadura de fevereiro, os cultivares BRS Esmeralda, ANa 5015 e IPR 117 foram superiores aos demais.

**Tabela 11** - Valores médios de número de espiguetas cheias panícula<sup>-1</sup> de cultivares de arroz em diferentes épocas de semeadura. Selvíria, MS, 2016/17.

Cultivar	Época de semeadura				Média
	Outubro	Novembro	Dezembro	Fevereiro	
BRS Esmeralda	117 aA	101 aAB	94 aB	96 aB	102 a
ANa 5015	114 aA	92 bB	98 aAB	83 aB	97 a
ANa 6005	116 aA	103 aA	99 aA	77 bB	98 a
IPR 117	104 aA	86 bAB	76 bB	82 aB	87 b
IAC 500	112 aA	86 bB	68 bBC	65 bC	83 b
IAC 203	110 aA	89 bB	72 bB	75 bB	86 b
Serra Dourada	105 aA	85 bB	77 bB	70 bB	84 b
ANa 7211	119 aA	101 aA	62 bB	75 bB	89 b
Média	112 A	93 B	81 C	78 C	91
Teste F					
Cultivar	7,28 **				
Época	68,16 **				
CxE	2,03 *				
CV(%)	11,66				

\*\*, \* = significativo pelo teste F a 1 e 5%, respectivamente. CV= coeficiente de variação. Médias seguidas de mesma letra, minúscula na coluna e maiúscula na linha, não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Scott-Knott e Tukey a 5% de probabilidade, respectivamente; D.M.S. relativa à época de semeadura dentro de cultivar 19,63.

Fonte: Dados da própria autora.

Dentre os fatores que afetam as espiguetas cheias panícula<sup>-1</sup>, a temperatura durante o florescimento tem grande importância. De acordo com Nguyen et al. (2014), temperaturas acima de 32,6 °C provocam esterilidade de espiguetas para cultivares de ciclo precoce. Nos cultivares avaliados no presente trabalho, os ciclos variam de superprecoce (<105 dias) a precoce (106-120 dias) (BORÉM; RANGEL, 2015). Apesar da ocorrência de temperaturas de até 36 °C no período de florescimento, a disponibilidade hídrica por meio da irrigação por aspersão pode ter favorecido essa característica, pois a água é necessária para a translocação de fotossintatos para as espiguetas (HIDAYATI et al., 2016; ZHUO et al., 2017), avaliando a

disponibilidade hídrica em cultivares de arroz, observaram que todos os cultivares tiveram o número de espiguetas cheias reduzidas em condição de severo déficit hídrico em relação à adequada disponibilidade hídrica.

O número de espiguetas vazias panícula<sup>-1</sup> não diferiu nas diferentes épocas de semeadura para os cultivares BRS Esmeralda, IPR 117, IAC 500 e IAC 203 (Tabela 12). Para os cultivares ANa 5015 e ANa 7211, na semeadura de dezembro houve maior quantidade de espiguetas vazias em relação às demais épocas de semeadura.

**Tabela 12** - Valores médios de número de espiguetas vazias panícula<sup>-1</sup> de cultivares de arroz em diferentes épocas de semeadura. Selvíria, MS, 2016/17.

Cultivar	Época de semeadura				Média
	Outubro	Novembro	Dezembro	Fevereiro	
BRS Esmeralda	31 bA	29 bA	38 bA	32 bA	32 b
ANa 5015	20 cB	20 bB	33 bA	20 cB	23 d
ANa 6005	15 cB	25 bAB	18 cAB	30 bA	22 d
IPR 117	19 cA	19 bA	30 bA	28 bA	24 d
IAC 500	17 cA	10 cA	15 cA	15 cA	14 e
IAC 203	27 bA	25 bA	32 bA	26 bA	28 c
Serra Dourada	11 cAB	6 cB	19 cA	9 cAB	11 e
ANa 7211	68 aB	70 aB	86 aA	42 aC	67 a
Média	26 B	25 B	34 A	25 B	28
Teste F					
Cultivar	124,15 **				
Época	14,75 **				
CxE	5,59 **				
CV(%)	22,26				

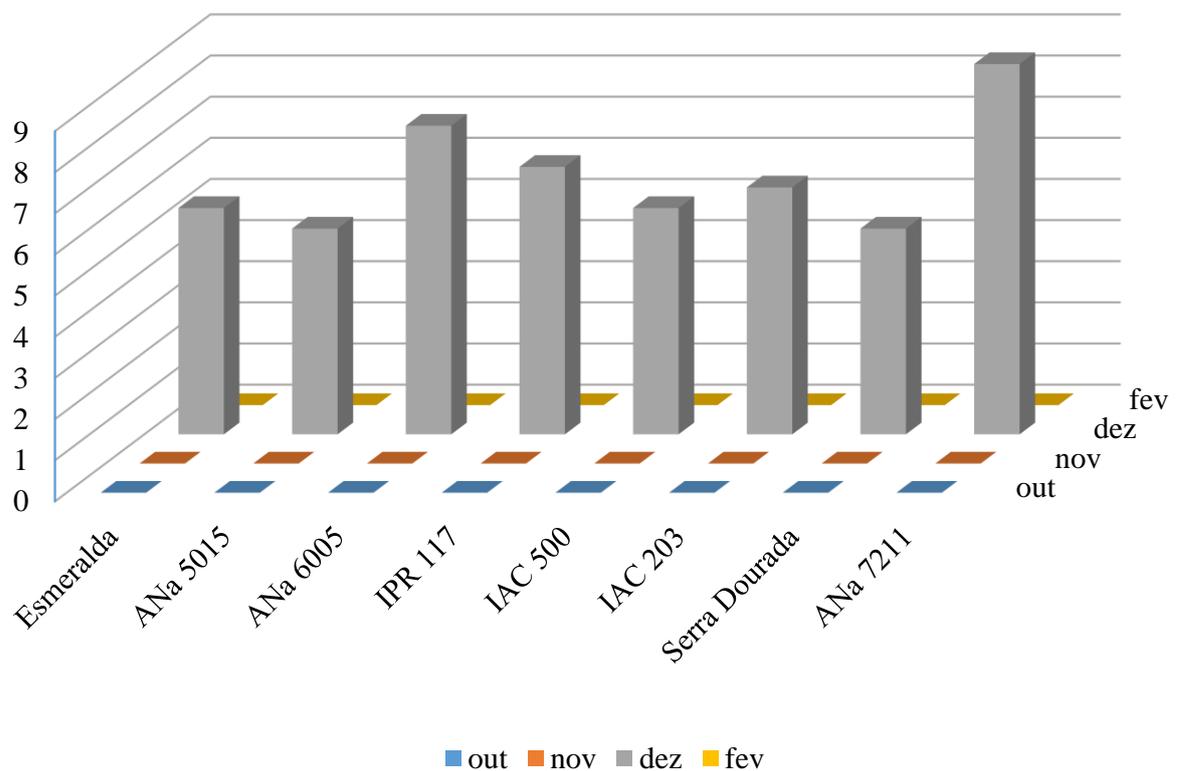
\*\*, \* = significativo pelo teste F a 1 e 5%, respectivamente. CV= coeficiente de variação. Médias seguidas de mesma letra, minúscula na coluna e maiúscula na linha, não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Scott-Knott e Tukey a 5% de probabilidade, respectivamente; D.M.S. relativa à época de semeadura dentro de cultivar 11,43.

Fonte: Dados da própria autora.

Para o cultivar ANa 6005, na semeadura de fevereiro, o valor foi maior em comparação à semeadura de outubro e para o cultivar BRSGO Serra Dourada, a maior quantidade foi na semeadura de dezembro, em relação à de novembro. No desdobramento de cultivares dentro de cada época de semeadura, verificou-se os maiores números de espiguetas vazias panícula<sup>-1</sup> no cultivar ANa 7211 em relação aos demais cultivares para todas as épocas de semeadura.

A maior quantidade de espiguetas vazias  $\text{panícula}^{-1}$  na semeadura de dezembro, para alguns cultivares, pode ter ocorrido pela incidência de escaldadura nessa época de semeadura (Figura 4).

**Figura 4** - Notas de escaldadura em folhas de arroz de oito cultivares semeados em diferentes épocas de semeadura. Selvíria, MS, 2016/17.



Fonte: Dados da própria autora.

A ocorrência dessa doença foi favorecida pela alta precipitação no mês de janeiro, além disso, as temperaturas médias nesse período variaram de 22 a 32 °C, sendo as temperaturas ideais para o desenvolvimento da doença de 24 a 28 °C (FILIPPI; PRABHU; SILVA, 2005). O sintoma da doença na folha inicia com uma lesão necrótica de coloração castanha, podendo causar a morte da folha afetada. Nos grãos, verificam-se inicialmente pontuações necróticas, que formam manchas de coloração marrom-avermelhada, que consequentemente ocasionam na esterilidade ou abortamento dos grãos (BORÉM; RANGEL, 2015).

#### 4.5 FERTILIDADE DE ESPIGUETAS, MASSA DE CEM GRÃOS, MASSA HECTOLÍTRICA, PRODUTIVIDADE E EFICIÊNCIA PRODUTIVA DE GRÃOS

A fertilidade de espiguetas foi inferior na semeadura de dezembro em relação às demais épocas de semeadura para os cultivares IAC 500 e ANa 7211 (Tabela 13). Para o cultivar ANa 5015 e IPR 117, a fertilidade foi inferior na semeadura de dezembro quando comparada à de outubro. Para o cultivar ANa 6005, houve menor valor na semeadura de fevereiro em relação às demais épocas, enquanto para o cultivar IAC 500 o valor foi maior na semeadura de novembro quando comparada à de fevereiro. A semeadura de outubro e novembro proporcionou maiores fertilidade de espiguetas no cultivar IAC 203 que na semeadura de dezembro. Assim, por ter ocorrido a incidência de escaldadura na semeadura de dezembro, houve menor fertilidade de espiguetas nessa época, sendo os sintomas mais severos no cultivar ANa 7211.

A fertilidade de espiguetas é influenciada pelas condições ambientais e pela translocação de carboidratos para os grãos, expressando a porcentagem de espiguetas que se tornaram grãos (BUZETTI et al., 2006). Em relação ao desdobramento de cultivares em cada época de semeadura, na semeadura de outubro verificou-se menor fertilidade apenas para o cultivar ANa 7211 em comparação aos demais cultivares. Na semeadura de novembro as maiores fertilidades ocorreram nos cultivares IAC 500 e BRSGO Serra Dourada em relação aos demais cultivares. Nessa época de semeadura ocorreu acamamento dos cultivares BRS Esmeralda, ANa 5015, ANa 6005, IPR 117, IAC 203 e BRSGO Serra Dourada, prejudicando o transporte de fotoassimilados para as espiguetas por ocorrer uma diminuição da seção transversal dos feixes vasculares (GUIMARÃES; FAGERIA; BARBOSA FILHO, 2002).

Nas semeaduras realizadas em outubro e novembro, as médias das temperaturas máximas no período de florescimento dos cultivares IAC 500 e ANa 7211 foram superiores em relação às temperaturas no florescimento dos demais cultivares. Isso pode ter influenciado na menor fertilidade de espiguetas para o cultivar ANa 7211 nessas épocas de semeadura. De acordo com Prasad et al. (2006), há interação entre o cultivar e a temperatura no período do florescimento, sendo que alguns cultivares podem ser mais sensíveis às altas temperaturas, reduzindo a fertilidade de espiguetas.

Na semeadura de dezembro, verificou-se maiores fertilidades de espiguetas nos cultivares ANa 6005, IAC 500 e BRSGO Serra Dourada. Nessa época de semeadura, além da incidência de escaldadura, houve acamamento dos cultivares IPR 117 e IAC 203, afetando

essa característica. Para a semeadura de fevereiro, apenas o cultivar BRSGO Serra Dourada destacou-se dos demais cultivares.

**Tabela 13** - Valores médios de fertilidade de espiguetas (%) de cultivares de arroz em diferentes épocas de semeadura. Selvíria, MS, 2016/17.

Cultivar	Época de semeadura				
	Outubro	Novembro	Dezembro	Fevereiro	Média
BRS Esmeralda	78,83 aA	77,69 bA	71,36 bA	74,44 cA	75,58 d
ANa 5015	84,98 aA	82,67 bAB	75,09 bB	80,67 bAB	80,85 c
ANa 6005	88,62 aA	80,65 bA	84,10 aA	72,08 cB	81,36 c
IPR 117	84,56 aA	82,05 bAB	71,38 bC	74,52 cBC	78,13 d
IAC 500	86,66 aAB	89,55 aA	82,17 aAB	81,28 bB	84,91 b
IAC 203	80,67 aA	78,32 bA	69,27 bB	74,28 cAB	75,64 d
Serra Dourada	90,50 aA	93,93 aA	80,00 aB	88,40 aA	88,21 a
ANa 7211	63,14 bA	58,95 cA	42,00 cB	63,67 dA	56,94 e
Média	82,24 bA	80,48 A	71,92 C	76,17 B	78
Teste F					
Cultivar	74,83 **				
Época	35,77 **				
CxE	3,72 **				
CV(%)	5,63				

\*\*, \* = significativo pelo teste F a 1 e 5%, respectivamente. CV= coeficiente de variação. Médias seguidas de mesma letra, minúscula na coluna e maiúscula na linha, não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Scott-Knott e Tukey a 5% de probabilidade, respectivamente; D.M.S. relativa à época de semeadura dentro de cultivar 8,10.

Fonte: Dados da própria autora.

Soratto et al. (2010), verificaram maior porcentagem de fertilidade de espiguetas no cultivar Caiapó em relação ao cultivar IAC 202. Freitas et al. (2007), também observaram diferença nessa característica avaliando diferentes cultivares de arroz inundado, assim, os valores foram maiores no cultivar IAC 103, seguido do IAC 101, que foi superior ao EPAGRI 109. A diferença entre os cultivares para essa característica também foi constatada por Buzetti et al. (2006), que os maiores valores foram obtidos no cultivar IAC 201 em relação ao cultivar IAC 202 para dois anos de cultivo.

Houve diferença nos cultivares e nas épocas de semeadura para massa de cem grãos. Na semeadura de outubro houve maior valor em relação às demais épocas, destacando-se a maior taxa de radiação solar nessa época, resultando em maior taxa de fotossíntese, e conseqüentemente incremento no enchimento de grãos (Tabela 14). Foi observada no cultivar

IPR 117 a maior massa de cem grãos, que ocorreu devido esse cultivar possuir grãos longos, sendo sua massa maior em relação aos demais cultivares que apresentam grãos longo/fino.

**Tabela 14** - Valores médios de massa de cem grãos (g) de cultivares de arroz em diferentes épocas de semeadura. Selvíria, MS, 2016/17.

Cultivar	Época de semeadura				Média
	Outubro	Novembro	Dezembro	Fevereiro	
BRS Esmeralda	2,58	2,40	2,48	2,53	2,50 c
ANa 5015	2,83	2,69	2,72	2,67	2,73 b
ANa 6005	2,74	2,62	2,67	2,68	2,68 b
IPR 117	2,96	2,82	2,67	2,70	2,79 a
IAC 500	2,57	2,48	2,44	2,45	2,48 c
IAC 203	2,46	2,36	2,32	2,48	2,40 d
Serra Dourada	2,31	2,31	2,31	2,23	2,29 e
ANa 7211	2,16	2,12	2,00	2,06	2,08 f
Média	2,58 A	2,48 B	2,45 B	2,48 B	2,49
Teste F					
Cultivar	92,79 **				
Época	10,23 **				
CxE	1,35 ns				
CV(%)	3,94				

\*\* , \* , ns = significativo pelo teste F a 1 e 5%, e não significativo, respectivamente. CV= coeficiente de variação. Médias seguidas de mesma letra, minúscula na coluna e maiúscula na linha, não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Scott-Knott e Tukey a 5% de probabilidade, respectivamente; D.M.S. relativa à época de semeadura 0,06.

Fonte: Dados da própria autora.

Nos cultivares ANa 5015 e ANa 6005, a massa de cem grãos foi inferior ao IPR 117, porém superior aos demais cultivares. Para o cultivar ANa 7211, verificou-se a menor massa de cem grãos. De acordo com Fidelis et al. (2016), a diferença constatada é justificada por essa ser uma característica intrínseca de cada cultivar, os autores também observaram, que maior massa de cem grãos, na safra 2011/12, para o cultivar BRS Bonança e BRS Conai que possui como características grãos longo e longo/fino, respectivamente, em comparação aos cultivares BRS Primavera que possui grãos longo/fino.

Para a avaliação de massa hectolétrica, houve interação significativa, na qual para o cultivar BRS Esmeralda, foi observado maior valor nas semeaduras de outubro e fevereiro em relação às semeaduras de novembro e dezembro (Tabela 15). No cultivar ANa 5015, a massa hectolétrica foi superior na semeadura de novembro em comparação à de fevereiro. Na

semeadura de outubro houve maior valor em relação às semeaduras de novembro e dezembro para o cultivar ANa 6005. Para o cultivar IPR 117, os valores na semeadura de outubro foram superiores às semeaduras de dezembro e fevereiro. Para o IAC 500, a massa hectolétrica foi superior na semeadura de outubro em comparação à de dezembro. Nos cultivares IAC 203 e BRSGO Serra Dourada, observaram-se maiores valores na semeadura de outubro em relação às semeaduras de dezembro e fevereiro. Na semeadura em dezembro, houve menor valor em relação às demais épocas de semeadura para o cultivar ANa 7211.

**Tabela 15** - Valores médios de massa hectolétrica ( $\text{kg } 100\text{L}^{-1}$ ) de cultivares de arroz em diferentes épocas de semeadura. Selvíria, MS, 2016/17.

Cultivar	Época de semeadura				Média
	Outubro	Novembro	Dezembro	Fevereiro	
BRS Esmeralda	53,29 bA	46,76 cB	43,60 cB	51,30 bA	48,74 c
ANa 5015	55,33 aAB	56,30 aA	52,29 aAB	52,15 bB	54,02 a
ANa 6005	57,36 aA	52,50 bBC	48,95 bC	53,90 aAB	53,18 a
IPR 117	55,68 aA	52,53 bAB	49,90 bB	45,48 cC	50,90 b
IAC 500	56,99 aA	54,96 aAB	51,76 aB	55,16 aAB	54,72 a
IAC 203	51,16 bA	50,73 bAB	46,95 bB	46,94 cB	48,94 c
Serra Dourada	57,54 aA	54,73 aAB	52,00 aB	50,97 bB	53,81 a
ANa 7211	49,42 bA	45,77 cA	36,37 dB	49,66 bA	45,31 d
Média	54,59 A	51,78 B	47,73 C	50,70 B	51,20
Teor de água (% em b.u.)	12,12	11,91	12,77	14,38	-
Teste F					
Cultivar	36,89 **				
Época	54,06 **				
CxE	5,67 **				
CV(%)	4,27				

\*\*, \* = significativo pelo teste F a 1 e 5%, respectivamente. CV= coeficiente de variação. Médias seguidas de mesma letra, minúscula na coluna e maiúscula na linha, não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Scott-Knott e Tukey a 5% de probabilidade, respectivamente; D.M.S. relativa à época de semeadura dentro de cultivar 4,05.

Fonte: Dados da própria autora.

Para o desdobramento de cultivares dentro de cada época de semeadura, na semeadura de outubro, verificou-se menores valores nos cultivares BRS Esmeralda, IAC 203 e ANa 7211. Na semeadura de novembro e dezembro, os cultivares que se destacaram em relação aos demais foram ANa 5015, IAC 500 e BRSGO Serra Dourada. Houve maiores valores para os cultivares ANa 6005 e IAC 500 em comparação aos demais cultivares, quando a semeadura foi realizada em fevereiro.

A maior massa hectolétrica encontrada principalmente na semeadura de outubro, pode ter sido favorecida pelo maior período de enchimento de grãos para a maioria dos cultivares avaliados nessa época de semeadura. Enquanto os baixos valores na semeadura de dezembro podem ter sido influenciados pela incidência de escaldadura, prejudicando o enchimento de grãos. A variação na massa hectolétrica provavelmente ocorreu pelo arranjo dos grãos no momento da avaliação. Dependendo do tamanho do grão pode ter sobrado espaços vazios dentro do recipiente, diminuindo a massa hectolétrica, sendo que o tamanho do grão é influenciado pelo tamanho da casca, que varia de acordo com cada cultivar (YOSHIDA, 1981).

Benett et al. (2011) verificaram que com o aumento das doses de nitrogênio na cultura do trigo, havia maior massa de grãos por panícula, porém a massa hectolétrica era reduzida por sobrar espaços no recipiente de avaliação. Gitti et al. (2013) observaram diferença na massa hectolétrica para cultivares de arroz, sendo que no cultivar Best 2000 houve maior valor em relação aos cultivares Cirad 141, Primavera e IAC 202, os autores constataram que pelos cultivares Primavera e IAC 202 apresentarem grãos mais finos, também houve sobra de espaços no recipiente de avaliação.

Para os cultivares BRS Esmeralda, IAC 500 e IAC 203, semeados em outubro, verificaram-se maiores produtividades em comparação às demais épocas de semeadura. Para os demais cultivares, as semeaduras de outubro e novembro destacaram-se em relação às semeaduras de dezembro e fevereiro (Tabela 16).

A produtividade refletiu os componentes de produção, nos quais a quantidade de panículas  $m^{-2}$ , espiguetas cheias por panícula e massa de cem grãos foram superiores na semeadura de outubro. Assim, houve maior período de desenvolvimento dos cultivares de arroz e maior radiação solar na semeadura de outubro. Corroborando Pal et al. (2017), os quais afirmaram que o aumento no período de desenvolvimento do arroz e na radiação solar, incrementa a fotossíntese nas plantas, conseqüentemente interfere na produtividade.

Verificou-se que a semeadura de outubro proporcionou as maiores produtividades, seguida da semeadura em novembro. As semeaduras em dezembro e fevereiro ocasionaram menores produtividades, devido principalmente à incidência de escaldadura e a diminuição do ciclo dos cultivares na semeadura de dezembro, e na semeadura de fevereiro devido à diminuição do ciclo e à menor incidência de radiação solar.

**Tabela 16** - Valores médios de produtividade (kg ha<sup>-1</sup>) de cultivares de arroz em diferentes épocas de semeadura. Selvíria, MS, 2016/17.

Cultivar	Época de semeadura				Média
	Outubro	Novembro	Dezembro	Fevereiro	
BRS Esmeralda	7.133 aA	5.579 aB	4.580 aC	3.356 aD	5.162 a
ANa 5015	5.740 cA	5.044 aA	4.044 aB	2.980 aC	4.452 b
ANa 6005	5.503 cA	5.118 aA	4.123 aB	2.422 bC	4.291 b
IPR 117	5.108 dA	5.126 aA	3.523 aB	2.980 aB	4.184 b
IAC 500	6.308 bA	4.628 bB	3.134 bC	1.662 bD	3.934 c
IAC 203	5.047 dA	4.054 bB	3.029 bC	3.058 aC	3.797 c
Serra Dourada	4.932 dA	4.080 bAB	3.186 bBC	2.782 aC	3.745 c
ANa 7211	4.664 dA	4.605 bA	1.929 cB	1.932 bB	3.282 d
Média	5.554 A	4.779 B	3.444 C	2.646 D	4.106
Teste F					
Cultivar	18,66 **				
Época	201,84 **				
C x E	3,59 **				
CV(%)	12,67				

\*\* , \* = significativo pelo teste F a 1 e 5%, respectivamente. CV= coeficiente de variação. Médias seguidas de mesma letra, minúscula na coluna e maiúscula na linha, não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Scott-Knott e Tukey a 5% de probabilidade, respectivamente; D.M.S. relativa à época de semeadura dentro de cultivar 964,32.

Fonte: Dados da própria autora.

Na semeadura de outubro houve maior produtividade no cultivar BRS Esmeralda, seguido do IAC 500. Pinheiro et al. (2016), avaliando diferentes cultivares de arroz de terras altas em sistema convencional de preparo do solo, também observaram que os cultivares BRS Esmeralda e BRS Primavera foram mais produtivos que o BRS Sertaneja, BRSGO Serra Dourada e BRS Caçula. Alvarez et al. (2012) constataram maior produtividade para o cultivar BRS Primavera em comparação aos cultivares Caiapó e Maravilha em condição de irrigação por aspersão.

O cultivar BRS Esmeralda possui como característica grãos longo/fino, que possui maior aceitabilidade no mercado em relação aos outros tipos de grãos, sendo uma ótima opção para o produtor obter bom retorno econômico. Em relação ao cultivar IAC 500, o tipo de grão também é longo/fino, porém ele se destaca principalmente por ser aromático, possuindo maior valor de mercado, podendo aumentar ainda mais a rentabilidade.

Nas semeaduras realizadas em novembro e dezembro, os cultivares BRS Esmeralda, ANa 5015, ANa 6005 e IPR 117 destacaram-se em relação aos demais. Isso reflete a maior quantidade de espiguetas cheias por panícula dos cultivares BRS Esmeralda, ANa 6005 e IPR

117 na semeadura em novembro, e em dezembro, incluindo o cultivar ANa 5015. Apesar do cultivar ANa 7211 ter apresentado maior número de panículas  $m^{-2}$ , a massa de cem grãos foi inferior em relação a todos os cultivares, ocasionando baixa produtividade de grãos.

Na semeadura realizada em fevereiro, os cultivares BRS Esmeralda, ANa 5015, IPR 117, IAC 203 e BRSGO Serra Dourada foram mais produtivos em relação aos demais, sendo que nos dois primeiros cultivares citados, foi observado maior número de espiguetas cheias por panícula, enquanto que para o BRSGO Serra Dourada houve maior número de panículas  $m^{-2}$  nessa época de semeadura.

Arf et al. (2000), avaliando cultivares de arroz de terras altas e épocas de semeadura, também verificaram interação significativa para produtividade, sendo os cultivares CNA 7801 e Carajás com maiores produtividades em relação aos demais cultivares, atingindo 4.997 e 4.669  $kg\ ha^{-1}$ , respectivamente. E os cultivares apresentaram maiores produtividades na semeadura em novembro.

A eficiência produtiva indica a quantidade de grãos que a planta produz para cada kg de massa de matéria seca. Observou-se interação significativa para cultivares x épocas (Tabela 17), na qual os cultivares IAC 203 e BRSGO Serra Dourada apresentaram valores semelhantes nas diferentes épocas de semeadura. Para os cultivares ANa 5015, IAC 500 e ANa 7211 os maiores valores foram verificados na semeadura em outubro em relação às demais semeaduras. Para o cultivar BRS Esmeralda houve maior eficiência na semeadura em outubro comparada às semeaduras em dezembro e fevereiro. Nos cultivares ANa 6005 e IPR 117, os valores na semeadura em fevereiro foram inferiores em relação à semeadura em outubro.

No desdobramento de cultivares em cada época de semeadura, houve destaque para os cultivares BRS Esmeralda, ANa 5015, IAC 500 e ANa 7211 em relação aos demais na semeadura em outubro. Em novembro não houve diferença entre os cultivares. Apenas o cultivar ANa 7211 apresentou menor valor em relação aos demais na semeadura em dezembro. Na semeadura em fevereiro foram observados menores valores nos cultivares ANa 6005, IAC 500 e ANa 7211.

**Tabela 17** - Valores médios de eficiência produtiva de cultivares de arroz em diferentes épocas de semeadura. Selvíria, MS, 2016/17.

Cultivar	Época de semeadura				Média
	Outubro	Novembro	Dezembro	Fevereiro	
Esmeralda	0,65 aA	0,54 aAB	0,46 aB	0,44 aB	0,52 a
ANa 5015	0,60 aA	0,48 aBC	0,50 aBC	0,40 aC	0,49 a
ANa 6005	0,48 bA	0,44 aA	0,38 aAB	0,30 bB	0,40 b
IPR 117	0,53 bA	0,46 aAB	0,40 aAB	0,36 aB	0,44 b
IAC 500	0,63 aA	0,46 aB	0,40 aB	0,32 bB	0,45 b
IAC 203	0,41 bA	0,42 aA	0,40 aA	0,40 aA	0,41 b
Serra Dourada	0,46 bA	0,45 aA	0,34 aA	0,42 aA	0,42 b
ANa 7211	0,59 aA	0,44 aB	0,19 bC	0,26 bC	0,37 b
Média	0,54 A	0,46 B	0,38 C	0,36 C	0,44
Teste F					
Cultivar	6,43**				
Época	34,18 **				
CxE	2,37 **				
CV(%)	18,22				

\*\* , \* = significativo pelo teste F a 1 e 5%, respectivamente. CV= coeficiente de variação. Médias seguidas de mesma letra, minúscula na coluna e maiúscula na linha, não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Scott-Knott e Tukey a 5% de probabilidade, respectivamente; D.M.S. relativa à época de semeadura dentro de cultivar 0,15.

Fonte: Dados da própria autora.

De maneira geral, a eficiência produtiva foi reduzindo da semeadura em outubro até a semeadura em fevereiro. O mesmo resultado foi observado nas avaliações de altura de plantas, espiguetas totais e cheias por panícula. Essa redução pode ser atribuída à diminuição na radiação solar e também nas temperaturas, principalmente na semeadura realizada em fevereiro. A luz é importante no processo fotossintético, liberando energia para conversão de CO<sub>2</sub> e H<sub>2</sub>O em compostos orgânicos, além de ativar enzimas como a rubisco (TAIZ et al., 2017). Segundo Heinmann et al. (2006) a incidência da radiação solar e sua absorção, além da eficiência do uso da radiação interferem na produção de biomassa pela cultura. Os autores também verificaram correlação positiva de produtividade com a eficiência no uso da radiação solar, índice de área foliar e biomassa das plantas de trigo.

#### 4.6 ADAPTABILIDADE E ESTABILIDADE DOS CULTIVARES

Observou-se que as condições em cada época de semeadura influenciaram na produtividade dos cultivares, havendo instabilidade nas condições ambientais nas diferentes épocas de semeadura, sendo as semeaduras de outubro e novembro consideradas favoráveis, pelos maiores índices ambientais (1448 e 673, respectivamente) observados, e as semeaduras de dezembro e fevereiro desfavoráveis (índices ambientais de -662 e -1459, respectivamente).

Houve adaptabilidade geral para os cultivares BRS Esmeralda, ANa 5015, ANa 6005, IPR 117 e ANa 7211 ( $\beta_1 = 1$  e médias superiores à média geral), com exceção do cultivar ANa 7211 (Tabela 18), verificando também, inclinação intermediária nas retas ajustadas à regressão linear (Figura 5b, c, d). O cultivar IAC 500 é considerado de adaptação para condições favoráveis, pois o  $\beta_1 > 1$ , havendo maior inclinação na reta ajustada à regressão linear (Figura 5a) e sendo responsivo em condições ambientais adequadas ao seu desenvolvimento. Para os cultivares, IAC 203 e BRSGO Serra Dourada, foi verificado  $\beta_1 < 1$  (Figura 5a, c), indicando adaptabilidade a ambientes desfavoráveis, porém com médias inferiores à média geral de produtividade.

Os cultivares BRS Esmeralda, ANa 5015, IPR 117, IAC 500, IAC 203 e BRSGO Serra Dourada apresentaram estabilidade ( $\sigma^2d$  não foi significativo) (Tabela 18). Para os cultivares ANa 6005 e ANa 7211, houve significância para  $\sigma^2d$ , indicando instabilidade. Dificilmente um cultivar é superior aos demais em todas as épocas de cultivo, devido à instabilidade de condições ambientais (CARGNIN et al., 2008).

**Tabela 18** - Estimativas dos parâmetros de adaptabilidade e estabilidade de cultivares de arroz em diferentes épocas de semeadura. Selvíria, MS, 2016/17.

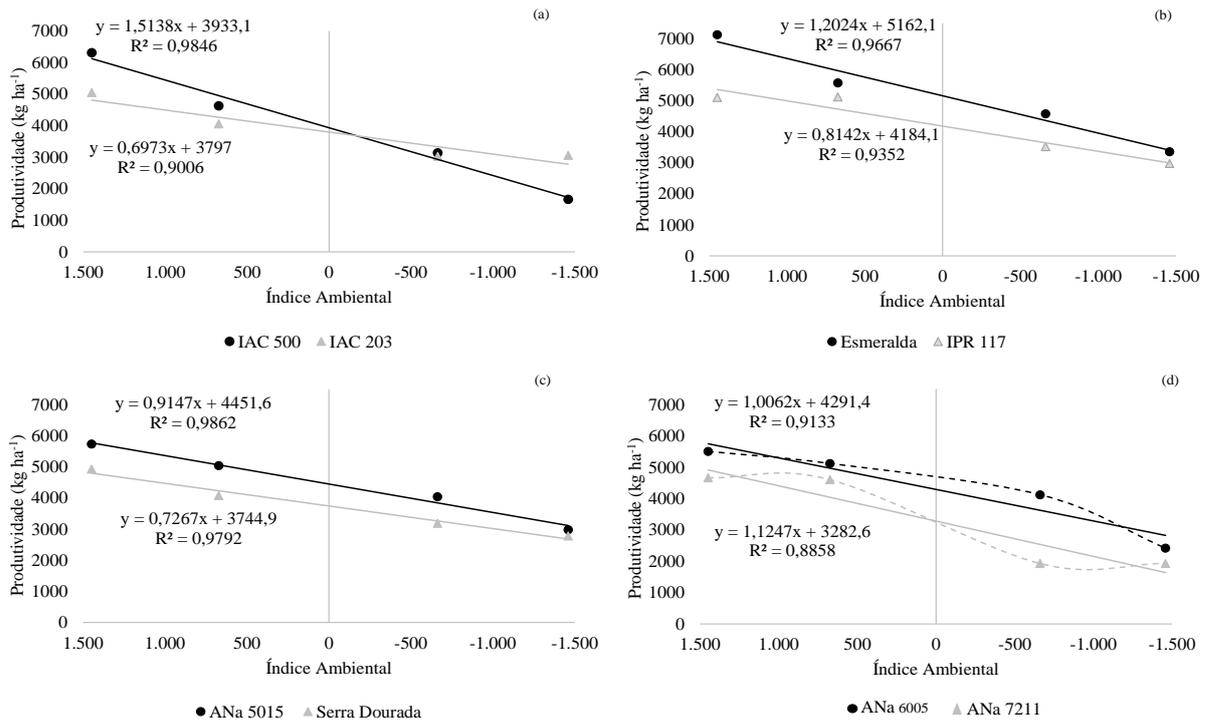
Cultivar	$\beta_1^{(1)}$	$\sigma^2d^{(2)}$
BRS Esmeralda	1,20 ns	59.935,09 ns
ANa 5015	0,91 ns	-37.715,02 ns
ANa 6005	1,01 ns	178.271,04 *
IPR 117	0,81 ns	49.858,76 ns
IAC 500	1,51 **	24.150,15 ns
IAC 203	0,70 **	69.691,59 ns
Serra Dourada	0,73 *	-38.991,18 ns
ANa 7211	1,12 ns	350.006,50 **

ns = não significativo. \*\*, \*, significativo a 1 e 5%, pelo teste t <sup>(1)</sup>  $H_0: \beta_1 = 1$ , e pelo teste F <sup>(2)</sup>  $H_0: \sigma^2d = 0$ .  
Fonte: Dados da própria autora.

Regitano Neto et al. (2013), avaliando 16 linhagens e cultivares de arroz de terras altas, em Mococa e Capão Bonito (SP), observaram adaptabilidade geral em 12 genótipos,

adaptação a ambientes favoráveis para os genótipos IAC 2010 e IAC 2011 e adaptação a ambientes desfavoráveis para os genótipos BRS Curinga e IAC 2012. Os autores observaram estabilidade para os cultivares IAC 201, BRS Curinga, IAC 1945, IAC 2006 e IAC 2009.

**Figura 5** - Retas de regressão ajustadas para a produtividade de grãos de cultivares de arroz em diferentes épocas de semeadura. Selvíria, MS, 2016/17, pelo método de Eberhart e Russell (1966).



Fonte: Dados da própria autora.

#### 4.7 RENDIMENTO DE BENEFÍCIO, GRÃOS INTEIROS E QUEBRADOS DE GRÃOS POLIDOS

O grão de arroz é composto pela casca (lema e pálea), pela cariopse, que é formada por diferentes camadas, sendo o pericarpo, o tegumento e a camada de aleurona as camadas mais externas, e pelo embrião, rico em proteínas e lipídios. Para a obtenção do grão polido, primeiro ocorre o descascamento do grão, retirando a pálea e a lema, posteriormente ocorre a remoção do pericarpo, tegumento e da camada de aleurona (JULIANO; BECHTEL, 1985).

A qualidade dos grãos de arroz é de grande importância na comercialização do arroz, em relação ao valor obtido pelo produto e pela aceitação no mercado, sendo a qualidade determinada no rendimento de benefício, rendimento de inteiros e grãos quebrados (CASTRO et al., 1999). No caso do arroz polido, o rendimento de benefício é o percentual de grãos

descascados e brunidos em relação ao arroz com casca, com rendimento base no benefício de 68% (FORNASIERI FILHO; FORNASIERI, 2006).

A partir do desdobramento da interação cultivares x épocas de semeadura para rendimento de grãos polidos (Tabela 19), verificou-se que para os cultivares ANa 6005, IAC 500 e BRSGO Serra Dourada, não houve diferença entre as épocas de semeadura. No cultivar BRS Esmeralda o rendimento foi maior na semeadura de fevereiro em comparação às demais. Para o cultivar ANa 5015, o maior valor foi observado na semeadura de outubro em relação às outras épocas. A semeadura de novembro proporcionou maior valor para o cultivar IPR 117. Para o cultivar IAC 203, verificou-se maior rendimento na semeadura de novembro em comparação às semeaduras de outubro e dezembro. No cultivar ANa 7211, o maior rendimento ocorreu na semeadura de fevereiro em relação às semeaduras de dezembro e fevereiro. No geral, as maiores médias observadas na semeadura de novembro e fevereiro, devem-se por não ter ocorrido chuva no período anterior à colheita, já nas semeaduras de outubro e dezembro houve chuvas antecedendo a colheita, sendo o excesso de umidade nesse momento prejudicial ao rendimento de benefício (FORNASIERI FILHO; FORNASIERI, 2006). Além disso, na semeadura de dezembro houve incidência de escaldadura afetando essa característica. Peres (2017), também constatou maior rendimento de benefício para o cultivar BRS Esmeralda quando cultivado em sequeiro em relação ao irrigado com 75% da lâmina recomendada, por ter ocorrido chuvas anteriormente à colheita no tratamento irrigado.

No desdobramento de cultivares em cada época de semeadura, observou-se que na semeadura de outubro houve destaque para os cultivares ANa 6005, IPR 117, IAC 500 e BRSGO Serra Dourada em relação aos demais. Na semeadura de novembro os cultivares com menores valores foram BRSGO Serra Dourada e ANa 7211. Os maiores valores na semeadura de dezembro foram observados nos cultivares ANa 5015, ANa 6005, IPR 117, IAC 500 e BRSGO Serra Dourada. Na semeadura realizada em fevereiro, os cultivares ANa 6005, IAC 500 e BRSGO Serra Dourada destacaram-se em relação aos demais. Além das condições climáticas e do manejo da cultura, o cultivar também influencia no rendimento de benefício dos grãos (BHATTACHARYA, 1980). Essa diferença entre os cultivares também foi constatada em trabalho desenvolvido por Mingotte, Hanashiro e Fornasieri Filho (2012), que nos cultivares IAC 25, BRS Colosso e Baldo houve maior rendimento de benefício. Em cultivo de arroz irrigado por inundação, Freitas et al. (2001) verificaram maior rendimento nos cultivares IAC 102 e IAC 104 em relação ao IAC 101.

**Tabela 19** - Valores médios de rendimento de benefício de grãos polidos (%) de cultivares de arroz em diferentes épocas de semeadura. Selvíria, MS, 2016/17.

Cultivar	Época de semeadura				Média
	Outubro	Novembro	Dezembro	Fevereiro	
BRS Esmeralda	70,94 bB	68,80 bBC	65,92 cC	74,80 bA	70,12 d
ANa 5015	71,78 bB	76,40 aA	74,65 aAB	75,75 bA	74,65 b
ANa 6005	74,21 aA	74,42 aA	73,78 aA	77,00 aA	74,85 b
IPR 117	74,74 aB	78,62 aA	73,25 aB	73,45 bB	75,02 b
IAC 500	75,43 aA	77,58 aA	75,98 aA	79,20 aA	77,04 a
IAC 203	71,35 bBC	76,80 aA	69,35 bC	75,12 bAB	73,16 c
Serra Dourada	76,71 aA	77,10 aA	75,92 aA	77,12 aA	76,72 a
ANa 7211	71,63 bAB	70,92 bB	61,75 dC	74,78 bA	69,77 d
Média	73,35 B	75,08 A	71,32 C	75,90 A	73,91
Teste F					
Cultivar	28,80 **				
Época	31,62 **				
CxE	5,46 **				
CV(%)	2,76				

\*\* , \* = significativo pelo teste F a 1 e 5%, respectivamente. CV= coeficiente de variação. Médias seguidas de mesma letra, minúscula na coluna e maiúscula na linha, não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Scott-Knott e Tukey a 5% de probabilidade, respectivamente; D.M.S. relativa à época de semeadura dentro de cultivar 3,78.

Fonte: Dados da própria autora.

O bom rendimento de grãos inteiros é desejado por produtores e cerealistas, uma vez que essa característica afetará o valor do produto no mercado, em que altos índices de grãos quebrados ocasionarão em menor valor. O rendimento de grãos inteiros também é um fator importante para a aceitação de novos cultivares. Estresses bióticos e abióticos, ataque de pragas e doenças causam danos nos grãos, sendo que quando o grão está com 15% de umidade e ocorre uma reidratação, aumenta a quantidade de trincas nos grãos, afetando diretamente o rendimento de inteiros. A resposta de cada cultivar a essas condições de estresse é variável, havendo maior sensibilidade em alguns cultivares que necessitam colheita antecipada (CASTRO et al., 1999).

Como o valor base de rendimento de inteiros é de 40% (FORNASIERI FILHO; FORNASIERI, 2006), todos os tratamentos avaliados estão acima desse limite. Para os cultivares ANa 5015, IAC 500 e BRSGO Serra Dourada, não houve diferença entre as épocas de semeadura (Tabela 20). No cultivar BRS Esmeralda, as semeaduras de outubro e fevereiro foram superiores às semeaduras de novembro e dezembro. No cultivar ANa 6005, houve destaque para a semeadura de fevereiro em relação às semeaduras de novembro e dezembro.

Foram observados maiores valores nas semeaduras de outubro e novembro para o cultivar IPR 117 em comparação às semeaduras em dezembro e fevereiro. Para o cultivar IAC 203, na semeadura de dezembro houve menor valor em comparação às semeaduras em novembro e fevereiro. No cultivar ANa 7211, o maior valor foi verificado na semeadura de fevereiro. Já o menor rendimento de inteiros verificado na semeadura de dezembro pode ter ocorrido em função da alta precipitação no período anterior à colheita e a incidência de escaldadura, uma vez que em plantas infectadas, a secagem de grãos é acelerada, ocasionando em maiores rachaduras ainda no campo, favorecendo a quebra dos grãos no beneficiamento (CASTRO et al., 1999).

**Tabela 20** - Valores médios de rendimento de inteiros de grãos polidos (%) de cultivares de arroz em diferentes épocas de semeadura. Selvíria, MS, 2016/17.

Cultivar	Época de semeadura				Média
	Outubro	Novembro	Dezembro	Fevereiro	
BRS Esmeralda	66,80 bA	59,90 cB	58,40 cB	68,90 bA	63,50 d
ANa 5015	68,28 bA	71,12 aA	68,78 bA	71,98 aA	70,04 b
ANa 6005	70,28 aAB	65,62 bB	66,95 bB	72,62 aA	68,87 b
IPR 117	70,64 aA	71,90 aA	65,52 bB	65,02 cB	68,27 b
IAC 500	72,36 aA	73,20 aA	71,88 aA	76,18 aA	73,40 a
IAC 203	65,32 bAB	69,10 aA	61,38 cB	69,88 bA	66,42 c
Serra Dourada	74,02 aA	72,50 aA	72,60 aA	74,55 aA	73,42 a
ANa 7211	64,29 bB	62,90 bB	52,25 dC	71,85 aA	62,82 d
Média	69,00 B	68,28 B	64,72 C	71,37 A	68,34
Teste F					
Cultivar	36,80 **				
Época	34,83 **				
CxE	6,27 **				
CV(%)	3,86				

\*\*, \* = significativo pelo teste F a 1 e 5%, respectivamente. CV= coeficiente de variação. Médias seguidas de mesma letra, minúscula na coluna e maiúscula na linha, não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Scott-Knott e Tukey a 5% de probabilidade, respectivamente; D.M.S. relativa à época de semeadura dentro de cultivar 4,89.

Fonte: Dados da própria autora.

Para o desdobramento de cultivares em cada época de semeadura, houve destaque para os cultivares ANa 6005, IPR 117, IAC 500 e BRSGO Serra Dourada em comparação aos demais cultivares, na semeadura de outubro. Na semeadura de novembro, os maiores valores foram observados nos cultivares ANa 5015, IPR 117, IAC 500, IAC 203 e BRSGO Serra

Dourada. Para os cultivares IAC 500 e BRSGO Serra Dourada, o rendimento de inteiros foi superior aos demais na semeadura de dezembro. Para a semeadura de fevereiro, apenas nos cultivares BRS Esmeralda, IAC 203 e IPR 117, verificaram-se menores valores em relação aos demais cultivares. Arf et al. (2002), constataram diferença para três cultivares de arroz, quando avaliado rendimento de inteiros, sendo o cultivar Carajás com valor superior aos cultivares IAC 201 e Guarani.

É importante a determinação de grãos quebrados no beneficiamento do arroz, por haver preferência por grãos uniformes, com baixa quantidade de grãos quebrados e danificados, pelos consumidores (CASTRO et al., 1999). A causa de maior quantidade de grãos quebrados pode ser devido a vários fatores, como a genética de cada cultivar, condições de estresses ambientais durante a permanência da cultura no campo, o método e a época em que a colheita é realizada, bem como o manejo pós-colheita, o grau de maturidade dos grãos e a quantidade de grãos gessados. Geralmente, as causas de quebra no beneficiamento são devido aos grãos que já saírem do campo com rachaduras. Além disso, o processo de secagem pode aumentar a quebra de grãos (BRAGANTINI; EIFERT, 2013).

Observou-se que não houve diferença entre as épocas de semeadura para os cultivares ANa 5015, IAC 500, IAC 203 e BRSGO Serra Dourada na avaliação de grãos quebrados (Tabela 21). Nos cultivares BRS Esmeralda e ANa 6005, houve menores valores na semeadura de outubro quando comparada às semeaduras de novembro e fevereiro. Para o cultivar IPR 117, verificou-se menor quantidade de grãos quebrados na semeadura de outubro em relação às semeaduras de dezembro e fevereiro. Enquanto para o cultivar ANa 7211, o menor valor foi encontrado na semeadura de fevereiro. A alta quantidade de grãos quebrados na semeadura de dezembro foi em função da quantidade de chuva na fase de maturação e da escaldadura que ocorreu nessa época, causando uma secagem acelerada dos grãos, e conseqüentemente maiores quebras no beneficiamento (CASTRO et al., 1999).

Em relação ao desdobramento de cultivares em cada época de semeadura, constatou-se maiores valores de grãos quebrados os cultivares IAC 203 e ANa 7211 em relação aos demais cultivares, na semeadura de outubro. Na semeadura de novembro, apenas nos cultivares ANa 5015, IAC 500 e BRSGO Serra Dourada houve valores inferiores aos demais cultivares. No cultivar IAC 500, observou-se menor quantidade de grãos quebrados em comparação aos demais cultivares, na semeadura de dezembro. Na semeadura de fevereiro, houve maior valor no cultivar IPR 117 em relação aos demais cultivares. Arf et al. (2002), observaram menor valor de grãos quebrados no cultivar Carajás em comparação aos cultivares IAC 201 e Guarani.

De acordo com a Instrução Normativa do MAPA (2010), o limite de grãos quebrados e quirera, para grãos polidos, é de 7,5% para grãos do tipo 1 e 15% para grãos do tipo 2, portanto os cultivares enquadram-se dentro desses valores.

**Tabela 21** - Valores médios de grãos quebrados polidos (%) de cultivares de arroz em diferentes épocas de semeadura. Selvíria, MS, 2016/17.

Cultivar	Época de semeadura				Média
	Outubro	Novembro	Dezembro	Fevereiro	
BRS Esmeralda	4,14 bC	8,90 aA	7,52 aAB	5,90 bBC	6,62 a
ANa 5015	3,50 bA	5,27 bA	5,88 bA	3,78 cA	4,61 b
ANa 6005	3,94 bC	8,80 aA	6,82 aAB	4,38 cBC	5,98 a
IPR 117	4,10 bB	6,72 aAB	7,72 aA	8,42 aA	6,74 a
IAC 500	3,07 bA	4,38 bA	4,10 cA	3,02 cA	3,64 c
IAC 203	6,03 aA	7,70 aA	7,98 aA	5,25 bA	6,74 a
Serra Dourada	2,69 bA	4,60 bA	3,32 cA	2,58 cA	3,30 c
ANa 7211	7,34 aA	8,02 aA	9,50 aA	2,92 cB	6,95 a
Média	4,35 B	6,80 A	6,61 A	4,53 B	5,57
Teste F					
Cultivar	15,70 **				
Época	24,02 **				
CxE	2,90 **				
CV(%)	27,15				

\*\*, \* = significativo pelo teste F a 1 e 5%, respectivamente. CV= coeficiente de variação. Médias seguidas de mesma letra, minúscula na coluna e maiúscula na linha, não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Scott-Knott e Tukey a 5% de probabilidade, respectivamente; D.M.S. relativa à época de semeadura dentro de cultivar 2,80.

Fonte: Dados da própria autora.

#### 4.8 RENDIMENTO DE BENEFÍCIO, GRÃOS INTEIROS E QUEBRADOS DE GRÃOS INTEGRAIS

No processo de obtenção de grãos integrais, ocorre apenas a retirada da casca (pálea e lema), sendo o grão constituído pelo pericarpo, tegumento, camada de aleurona e embrião (JULIANO; BECHTEL, 1985). Em termos nutricionais, os grãos não possuem uma distribuição uniforme, sendo que as camadas mais externas possuem maiores concentrações de lipídios, fibras, proteínas, vitaminas e cereais. Dessa forma, há menor quantidade de nutrientes nos grãos polidos, por haver a remoção das partes externas (WALTER; MARCHESAN; ÁVILA, 2008).

Houve interação para cultivares x épocas de semeadura para rendimento de benefício de grãos integrais. Para os cultivares IPR 117, IAC 500 e BRSGO Serra Dourada, não houve

diferença para as diferentes épocas de semeadura (Tabela 22). Para o cultivar BRS Esmeralda, nas semeaduras de outubro e fevereiro, houve maior valor de rendimento de benefício em relação às semeaduras de novembro e dezembro. No cultivar ANa 5015, na semeadura de fevereiro observou maior valor em relação à semeadura de outubro, enquanto para o cultivar ANa 6005, a semeadura de fevereiro se destacou em relação à de novembro. No cultivar IAC 203, as semeaduras de novembro e fevereiro proporcionaram maior rendimento de benefício em relação à semeadura de dezembro. Já o menor valor para o cultivar ANa 7211 foi verificado na semeadura de dezembro.

**Tabela 22** - Valores médios de rendimento de benefício de grãos integrais (%) de cultivares de arroz em diferentes épocas de semeadura. Selvíria, MS, 2016/17.

Cultivar	Época de semeadura				Média
	Outubro	Novembro	Dezembro	Fevereiro	
BRS Esmeralda	78,98 bA	73,68 bB	74,78 bB	80,82 aA	77,06 d
ANa 5015	77,84 bB	80,42 aAB	80,62 aAB	81,65 aA	80,14 b
ANa 6005	80,66 aAB	78,58 aB	79,82 aAB	82,18 aA	80,31 b
IPR 117	82,76 aA	82,35 aA	80,28 aA	81,60 aA	81,75 a
IAC 500	82,47 aA	81,60 aA	79,75 aA	83,02 aA	81,71 a
IAC 203	77,67 bAB	80,28 aA	75,22 bB	81,08 aA	78,56 c
Serra Dourada	81,30 aA	79,90 aA	79,88 aA	82,15 aA	80,80 b
ANa 7211	76,66 bA	79,60 aA	68,48 bB	80,00 aA	76,18 d
Média	79,79 B	79,55 B	77,35 C	81,56 A	79,56
Teste F					
Cultivar	19,62 **				
Época	26,85 **				
CxE	5,28 **				
CV(%)	2,37				

\*\* , \* = significativo pelo teste F a 1 e 5%, respectivamente. CV= coeficiente de variação. Médias seguidas de mesma letra, minúscula na coluna e maiúscula na linha, não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Scott-Knott e Tukey a 5% de probabilidade, respectivamente; D.M.S. relativa à época de semeadura dentro de cultivar 3,49.

Fonte: Dados da própria autora.

No desdobramento de cultivares dentro de cada época de semeadura, observou-se os maiores valores na semeadura de outubro para os cultivares ANa 6005, IPR 117, IAC 500, BRSGO Serra Dourada e ANa 7211 em comparação aos demais cultivares. Na semeadura de novembro, apenas no cultivar BRS Esmeralda houve menor valor. Para a semeadura de dezembro, os cultivares BRS Esmeralda, IAC 203 e ANa 7211 obtiveram menores

rendimento de benefício em relação aos demais cultivares. Já na semeadura de fevereiro não houve diferença entre os cultivares.

Lang et al. (2017), avaliando diferentes genótipos de arroz aromático, observaram que a renda de descascamento dos grãos foi superior no material AE 131022, em comparação aos materiais AE 131415, AE 151501 e JASMINE 85.

Os valores de rendimento de benefício para os grãos integrais são superiores aos dos grãos polidos, devido ao processo de obtenção dos grãos integrais, em que só ocorre a retirada da casca e não há o polimento dos grãos.

Assim como para os grãos polidos, a porcentagem de grãos inteiros no beneficiamento para a obtenção de grãos integrais é de grande importância para a aceitação do cultivar no mercado e para o valor do produto no mercado. A partir do desdobramento de cultivares x época de semeadura observou-se que a semeadura de outubro, para os cultivares BRS Esmeralda e IPR 117 proporcionou maiores rendimento de grãos inteiros em comparação às demais épocas de semeadura (Tabela 23).

**Tabela 23** - Valores médios de rendimento de inteiros de grãos integrais (%) de cultivares de arroz em diferentes épocas de semeadura. Selvíria, MS, 2016/17.

Cultivar	Época de semeadura				Média
	Outubro	Novembro	Dezembro	Fevereiro	
BRS Esmeralda	76,49 cA	63,85 dD	67,60 bC	73,05 bB	70,25 e
ANa 5015	75,62 cAB	73,58 bB	74,82 aAB	77,58 bA	75,40 c
ANa 6005	77,74 bA	68,82 cC	74,25 aB	77,68 bA	74,62 c
IPR 117	80,31 aA	74,95 aB	72,35 aB	73,82 bB	75,36 c
IAC 500	80,98 aA	77,00 aBC	76,12 aC	80,08 aAB	78,55 a
IAC 203	74,58 cAB	72,25 bB	67,72 bC	75,78 bA	72,58 d
Serra Dourada	78,50 bA	74,52 aB	74,78 aB	79,35 aA	76,79 b
ANa 7211	73,88 cAB	70,88 bB	58,85 cC	76,95 bA	70,14 e
Média	77,26 A	71,98 B	70,82 B	76,78 A	74,21
Teste F					
Cultivar	44,22 **				
Época	105,86**				
CxE	11,29 **				
CV(%)	2,44				

\*\* , \* = significativo pelo teste F a 1 e 5%, respectivamente. CV= coeficiente de variação. Médias seguidas de mesma letra, minúscula na coluna e maiúscula na linha, não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Scott-Knott e Tukey a 5% de probabilidade, respectivamente; D.M.S. relativa à época de semeadura dentro de cultivar 3,35.

Fonte: Dados da própria autora.

Para o cultivar ANa 5015, a semeadura de fevereiro foi superior à de novembro, enquanto para o cultivar ANa 6005 e BRSGO Serra Dourada os maiores valores foram na semeadura de outubro e fevereiro em comparação às semeaduras em novembro e dezembro. Para o cultivar IAC 500, houve maior valor na semeadura de outubro em relação às semeaduras de novembro e dezembro. No cultivar IAC 203 e ANa 7211, o rendimento de inteiros foi superior na semeadura de fevereiro quando comparado às semeaduras de novembro e dezembro. Os menores valores na semeadura de dezembro podem ser devido à incidência de escaldadura nessa época de semeadura, deixando os grãos mais suscetíveis à quebra, bem como a ocorrência de chuva na maturação dos grãos (CASTRO et al., 1999).

Para o desdobramento de cultivares em cada época de semeadura, os cultivares IPR 117 e IAC 500 destacaram-se na semeadura de outubro, bem como na semeadura de novembro, incluindo o cultivar BRSGO Serra Dourada. Na semeadura de dezembro, os maiores valores foram observados nos cultivares ANa 5015, ANa 6005, IPR 117, IAC 500 e BRSGO Serra Dourada. Na semeadura de fevereiro, houve destaque para os cultivares IAC 500 e BRSGO Serra Dourada.

No rendimento de grãos inteiros também houve maiores valores nos grãos integrais em relação aos grãos polidos, por haver apenas a remoção da casca para a obtenção dos grãos integrais, assim como observado por Fernandes et al. (2015).

A porcentagem de grãos quebrados deve ser a mínima possível, pois essa característica deprecia o valor comercial do produto. Os valores máximos para grãos quebrados em grãos integrais são de 4; 7,5 e 12,5 para grãos do tipo 1, 2 e 3, respectivamente (MAPA, 2010). Assim, os valores observados no desdobramento cultivares x épocas de semeadura (Tabela 24), estão dentro dos limites estabelecidos. Para os cultivares BRS Esmeralda e IPR 117, houve menor grãos quebrados na semeadura de outubro em comparação às demais épocas de semeadura.

Para os cultivares ANa 5015, ANa 6005 e IAC 203, a semeadura de outubro proporcionou menores valores em relação às semeaduras de novembro e dezembro. No cultivar IAC 500, verificaram-se menos grãos quebrados na semeadura de outubro quando comparado à semeadura de novembro. Já para os cultivares BRSGO Serra Dourada e ANa 7211, as semeaduras de outubro e fevereiro ocasionaram em reduzidas quantidades de grãos quebrados em comparação às semeaduras de novembro e fevereiro.

**Tabela 24** - Valores médios de grãos quebrados integrais (%) de cultivares de arroz em diferentes épocas de semeadura. Selvíria, MS, 2016/17.

Cultivar	Época de semeadura				Média
	Outubro	Novembro	Dezembro	Fevereiro	
BRS Esmeralda	2,49 aC	9,82 aA	7,18 bB	7,78 aAB	6,82 a
ANa 5015	2,22 aC	6,85 cA	5,80 cAB	4,08 bBC	4,74 b
ANa 6005	2,92 aC	9,75 aA	5,58 cB	4,50 bBC	5,69 a
IPR 117	2,46 aB	7,40 bA	7,92 bA	7,78 aA	6,39 a
IAC 500	1,48 aB	4,60 dA	3,62 dAB	2,95 cAB	3,16 c
IAC 203	3,10 aC	8,02 bA	7,50 bAB	5,30 bBC	5,98 a
Serra Dourada	2,79 aB	5,38 dA	5,10 cA	2,80 cB	4,02 b
ANa 7211	2,78 aB	8,72 bA	9,62 aA	3,05 cB	6,04 a
Média	2,53 D	7,57 A	6,54 B	4,78 C	5,35
Teste F					
Cultivar	16,86 **				
Época	103,10 **				
CxE	4,61 **				
CV(%)	22,97				

\*\*, \* = significativo pelo teste F a 1 e 5%, respectivamente. CV= coeficiente de variação. Médias seguidas de mesma letra, minúscula na coluna e maiúscula na linha, não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Scott-Knott e Tukey a 5% de probabilidade, respectivamente; D.M.S. relativa à época de semeadura dentro de cultivar 2,28.

Fonte: Dados da própria autora.

Na semeadura de outubro, não houve diferença entre os cultivares avaliados para o desdobramento de cultivares em cada época de semeadura. Na semeadura de novembro houve menores porcentagens de grãos quebrados para os cultivares IAC 500 e BRSGO Serra Dourada. Já na semeadura de dezembro, o cultivar IAC 500 destacou-se em relação aos demais com reduzida quantidade de grãos quebrados. Observou-se na semeadura de fevereiro, menores valores para os cultivares IAC 500, BRSGO Serra Dourada e ANa 7211.

## 5 CONCLUSÕES

O cultivar BRS Esmeralda foi o mais produtivo apresentando adaptabilidade e estabilidade nas diferentes épocas de semeadura.

A semeadura de outubro proporcionou maiores produtividades de arroz de terras altas em Cerrado de baixa altitude, seguida da semeadura em novembro. Nas semeaduras de dezembro e fevereiro houve redução na produtividade.

A qualidade industrial de grãos polidos foi superior nos cultivares IAC 500 e BRSGO Serra Dourada. Já, para a qualidade de grãos integrais, houve destaque para o cultivar IAC 500.

## REFERÊNCIAS

- AGRONORTE. **Arroz**. Sinop: AGRONORTE, 2017. Disponível em: <<http://www.agronorte.com.br/br/Produtos/ARROZ>> Acesso em: 19 set 2017.
- AKINWALE, M. G.; GREGORIO, G.; NWILENE, F.; AKINYELE, B. O.; OGUNBAYO, S. A.; ODIYI, A. C. Heritability and correlation coefficient analysis for yield and its components in rice (*Oryza sativa* L.). **African Journal of Plant Science**, Limerick, v. 5, n. 3, p. 207–212, 2011.
- ALVAREZ, R. de C. F.; CRUSCIOL, C. A. C.; NASCENTE, A. S. Análise de crescimento e produtividade de cultivares de arroz de terras altas dos tipos tradicional, intermediário e moderno. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, Goiânia, v. 42, n. 4, p. 397-406, 2012.
- ARF, O.; RODRIGUES, R. A. F.; SÁ, M. E.; CRUSCIOL, C. A. C. Influência da época de semeadura no comportamento de cultivares de arroz irrigado por aspersão em Selvíria, MS. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 35, n. 10, p. 1967-1976, 2000.
- ARF, O.; RODRIGUES, R. A. F.; SÁ, M. E. de; CRUSCIOL, C. A. C.; PEREIRA, J. C. dos R. Preparo do solo, irrigação por aspersão e rendimento de engenho do arroz de terras altas. **Scientia Agricola**, Piracicaba, v. 59, n. 2, p. 321-326, 2002.
- ARF, O.; BASTOS, J. C. H. A. G.; SILVA, M. G.; SÁ, M. E.; RODRIGUES, R. A. F.; BUZETTI, S. Manejo do solo e época de aplicação de nitrogênio na produção de arroz de terras altas. **Acta Scientiarum Agronomy**, Maringá, v. 27, n. 2, p. 215-223, 2005.
- ARF, O.; RODRIGUES, R. A. F.; NASCENTE, A. S.; LACERDA, M. C. Espaçamento e adubação nitrogenada afetando o desenvolvimento do arroz de terras altas sob plantio direto. **Revista Ceres**, Viçosa, v. 62, n. 5, p. 475-482, 2015.
- BANZATO, D.A.; KRONKA, S. DO N. **Experimentação agrícola**. 4. ed. Jaboticabal: Funep, 2006. 237 p.
- BASTOS, C. R. IAC-500: arroz aromático para o Estado de São Paulo. **O Agrônomo**, Campinas, v. 53, n. 1, p. 23-29, 2001.
- BENETT, C. G. S.; BUZETTI, S.; SILVA, K. S.; TEIXEIRA FILHO, M. C. M.; ANDREOTTI, M.; ARF, O. Aplicação foliar e em cobertura de nitrogênio na cultura do trigo no cerrado. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v. 32, n. 3, p. 829-838, 2011.
- BHATTACHARYA, K. R. Breakage of rice during milling: a review. **Tropical Science**, London, v. 22, n. 2, p. 225-276, 1980.
- BORÉM, A.; RANGEL, P. H. N. **Arroz do plantio à colheita**. Viçosa, MG: Ed. UFV, 2015. 242 p.

BRAGANTINI, C.; EIFERT, E. C. Secagem e beneficiamento. In: SANTIAGO, C. M.; BRESEGHELLO, H. C. P.; FERREIRA, C. M. (Ed.) **Arroz: o produtor pergunta, a Embrapa responde**. 2. ed. Brasília: Embrapa, 2013. cap. 15, p. 227-236.

BRESEGHELLO, F.; CASTRO, E. M.; MORAIS, O. P. Cultivares de arroz. In: BRESEGHELLO, F.; STONE, L. F. (Ed.) **Tecnologia para o arroz de terras altas**. Santo Antônio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão, 1998. cap. 7, p. 41-53.

BUZETTI, S.; BAZANINI, G.C.; FREITAS, J.G.; ANDREOTTI, M.; ARF, O.; SÁ, M. E.; MEIRA, F. A. Resposta de cultivares de arroz a doses de nitrogênio e do regulador de crescimento cloreto de clorimequat. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 41, n. 12, p. 1731-1737, 2006.

CANTARELLA, H.; RAIJ, B. van.; CAMARGO, C. E. O. Cereais. In: RAIJ, V. van.; CANTARELLA, H.; QUAGGIO, J. A.; FURLANI, A. M. C. **Recomendações de calagem e adubação para o Estado de São Paulo**. 2. ed. Campinas: Instituto Agrônomo/Fundação IAC, 1996, p. 43-73. (Boletim Técnico, 100).

CAO, Y.; FAN, X.; SUN, S.; XU, G.; HU, J.; SHEN, Q. Effect of nitrate on activities and transcript levels of nitrate reductase and glutamine synthetase in rice. **Pedosphere**, Nanjing, v. 18, n. 5, p. 664–673, 2008.

CARGNIN, A.; SOUZA, M. A. DE; PIMENTEL A. J. B.; FOGAÇA, C. M. (2008). Interação genótipos e ambientes e implicações na adaptabilidade e estabilidade de arroz sequeiro. **Revista Brasileira de Agrociência**, Pelotas, v. 14, n. 3-4, p. 49-57, 2008.

CASTRO, E. M.; VIEIRA, N. R. A.; RABELO, R. R.; SILVA, S. A. **Qualidade de grãos em arroz**. Santo Antônio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão, 1999. 30 p. (Circular Técnica, 34).

CASTRO, A. P. de; MORAIS, O. P. de; BRESEGHELLO, F.; LOBO, V. L. da S.; GUIMARÃES, C. M.; BASSINELLO, P. Z.; COLOMBARI FILHO, J. M.; SANTIAGO, C. M.; FURTINI, I. V.; TORGA, P. P.; UTUMI, M. M.; PEREIRA, J. A.; CORDEIRO, A. C. C. AZEVEDO, R. de; SOUSA, N. R. G.; SOARES, A. A.; RADMANN, V.; PETERS, V. J. et al. **BRS Esmeralda**: cultivar de arroz de terras altas com elevada produtividade e maior tolerância à seca. Santo Antônio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão, 2014. 4 p. (Comunicado Técnico, 215).

COLOMBARI FILHO, J. M.; RESENDE, M. D. V.; MORAIS, O. P.; CASTRO, A. P.; GUIMARÃES, E. P.; PEREIRA, J. A.; UTUMI, M. M.; BRESEGHELLO, F. Upland rice breeding in Brazil: a simultaneous genotypic evaluation of stability, adaptability and grain yield. **Euphytica**, Wageningen, v. 192, n. 1, p. 117–129, 2013.

COLOMBARI FILHO, J. M.; RANGEL, P. H. N. Cultivares. IN: BORÉM, A.; RANGEL, P. H. N. **Arroz do plantio à colheita**. Viçosa: Ed. UFV, 2015. p. 84-121.

COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO- CONAB. **Acompanhamento da safra brasileira grãos, Safra 2017/18: quarto levantamento.** Brasília: Brasília. 2018. v. 5, p. 1-132.

CRUZ, C. D. **Programa GENES:** versão windows: aplicativo computacional em genética e estatística. Viçosa: Ed. UFV, 2001. 648 p.

EBERHART, S. A.; RUSSELL, W. A. Stability parameters for comparing varieties. **Crop Science**, Madison, v. 6, n. 1, p. 36-40, 1966.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA - EMBRAPA. **Manual de métodos de pesquisa em arroz: 1ª aproximação.** Goiânia: Embrapa-Cnpaf, 1977. 106 p.

FERNANDES, F. A.; NASCIMENTO, V. do; ARF, O.; ALVES, M. C.; SILVA, P. R. T. da; SOUZA, E. J. de; SOUZA, E. de. Qualidade industrial e produtividade do arroz de terras altas após adubação verde e descompactação mecânica no Cerrado. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ARROZ IRRIGADO, 9., 2015, Pelotas. **Anais...** Pelotas: Embrapa-SOSBAI, 2015. p. 1-4.

FERREIRA, C. M.; SANTIAGO, C. M. (Ed.) **Informações técnicas sobre o arroz de terras altas:** estados de Mato Grosso e Rondônia; safras 2010/2011 e 2011/2012. Santo Antônio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão, 2012. 112 p. (Documentos, 268).

FERREIRA, D. F. Sisvar: a guide for its bootstrap procedures in multiple comparisons. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 38, n. 2, p. 109-112, 2014.

FIDELIS, R. R.; TONELLO, L DE P.; VELOSO, D. A.; SANTOS, V. B. dos; BARROS, H. B. Comportamento de cultivares de arroz em condições de baixo nível tecnológico. **Brazilian Journal of Applied Technology for Agricultural Science**, Guarapuava, v. 9, n. 2, p. 7-17, 2016.

FILIPI, M. C.; PRABHU, A. S.; SILVA, G. B. da. **Escaldadura do arroz e seu controle.** Santo Antônio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão, 2005. 4 p. (Circular Técnica, 72).

FONSECA, J. R.; CUTRIM, V. A.; RANGEL, P. H. N. **Descritores morfoagronômicos e fenológicos de cultivares comerciais de arroz de várzeas.** Santo Antônio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão, 2002. 18 p. ( Documentos, 141).

FORNASIERI FILHO, D.; FORNASIERI, J. L. **Manual da cultura do arroz.** Jaboticabal: Ed. Funep, 2006. 589 p.

FREITAS, J. G. de; AZZINI, L. E.; CANTARELLA, H.; BASTOS, C. R.; CASTRO, L. H. S. M. de; GALLO, P. B.; FELÍCIO, J. C. Resposta de cultivares de arroz irrigado ao nitrogênio. **Scientia Agricola**, Piracicaba, v. 58, n. 3, p. 573-579, 2001.

FREITAS, J. G. de; CANTARELLA, H.; SALOMON, M. V.; MALAVOLTA, V. M. A.; CASTRO, L. H. S. M. de; GALLO, P. B.; AZZINI, L. E. Produtividade de cultivares de arroz irrigado resultante da aplicação de doses de nitrogênio. **Bragantia**, Campinas, v. 66, n. 2, p. 317-325, 2007.

GITTI, D. de C.; ARF, O.; KANEKO, F. H.; RODRIGUES, R. A. F. Densidade de plantas em arroz de terras altas irrigado por aspersão. **Revista Agrarian**, Dourados, v. 6, n. 20, p. 130-139, 2013.

GLOBAL RICE SCIENCE PARTNERSHIP - GRiSP. **Rice almanac**. 4. ed. Los Baños: International Rice Research Institute, 2013. 283 p.

GUIMARÃES, C. M.; FAGERIA, N. K.; BARBOSA FILHO, M. P. **Como a planta de arroz se desenvolve**. Piracicaba: Potafos, 2002. 12 p. (Encarte do Informações Agrônomicas 99, Arquivo do Agrônomo, n. 13).

GUIMARÃES, C. M.; MOREIRA, J. A. A.; SILVA, J. G. da. Sistema de plantio direto. In: SANTIAGO, C. M.; BRESEGHELLO, H. C. P.; FERREIRA, C. M. (Ed.) **Arroz: o produtor pergunta, a Embrapa responde**. Brasília: Embrapa, 2013. p. 99-108.

HIDAYATI, N.; TRIADIATI; ANAS, I. Photosynthesis and transpiration rates of rice cultivated under the system of rice intensification and the effects on growth and yield. **Hayati Journal of Biosciences**, Indonésia, v. 23, n. 2, p. 67-72, 2016.

HUANG, J.; HE, F.; CUI, K.; BURESH, R. J.; XU, B.; GONG, W.; PENG, S. Determination of optimal nitrogen rate for rice varieties using a chlorophyll meter. **Field Crops Research**, Amsterdam, v. 105, n. 1-2, p. 70–80, 2008.

INSTITUTO AGRONÔMICO DO PARANÁ- IAPAR. **IPR 117**: informações técnicas. Londrina: IAPAR, 2003. Disponível em: <<http://www.iapar.br/arquivos/File/folhetos/arroz/arroz117.html>> Acesso em: 17 set2017.

INTERNATIONAL RICE RESEARCH INSTITUTE – IRRI. **World rice statistics**. Los Baños: IRRI, 2017. Disponível em: <<http://ricestat.irri.org:8080/wrs>> Acesso em: 26 out. 2017.

JULIANO, B. O.; BECHTEL, D. B. The rice grain and its gross composition. In: JULIANO, B.O. (Ed.) **Rice: chemistry and technology**. Minnesota: American Association of Cereal Chemists, 1985. cap. 2, p. 17-57.

LANG, G. H.; TIMM, N. da S.; KROESSIN, F.; COLOMBARI FILHO, J. M.; OLIVEIRA, M. de; VANIER, N. L. Parâmetros de qualidade industrial de grãos de arroz aromático produzidos na região Centro-Oeste. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ARROZ IRRIGADO, 10., 2017. Gramado. **Anais...** Gramado: IRGA- SOSBAI, 2017. p. 1-4.

- LANNA, A. C.; CARVALHO, M. A. de F.; HEINEMANN, A. B.; STEIN, V. C. **Panorama ambiental e fisio-molecular do arroz de terras altas**. Santo Antônio de Goiás : Embrapa Arroz e Feijão, 2012. 32 p. (Documentos, 274).
- LIN, F. F.; QIU, L. F.; DENG, J. S.; SHI, Y. Y.; CHEN, L. S.; WANG, K. Investigation of SPAD meter-based indices for estimating rice nitrogen status. **Computers and Electronics in Agriculture**, Amsterdam, v. 71, n. 1, p. s60–s65, 2010.
- LOPES-PIÑERO, A.; SÁNCHEZ-LLERENA, J.; PEÑA, D.; ALBARRÁN, A.; RAMÍREZ, M. Transition from flooding to sprinkler irrigation in Mediterranean rice growing ecosystems: Effect on behaviour of bispyribac sodium. **Agriculture, Ecosystems and Environment**, Amsterdam, v. 223, n. 1, p. 99–107, 2016.
- MAKINO, A. Photosynthesis, grain yield, and nitrogen utilization in rice and wheat. **Plant Physiology**, Rockville, v. 155, n. 1, p. 125–129, 2011.
- MALAVOLTA, E.; VITTI, G. C.; OLIVEIRA, S. A. **Avaliação do estado nutricional das plantas: princípios e aplicações**. 2. ed. Piracicaba: Potafos, 1997. 201 p.
- MARIOTTI, I. A.; OYARZABAL, E. S.; OSA, J. M.; BULACIO, A. N. R.; ALMADA, G. H. Análisis de estabilidad y adaptabilidad de genotipos de caña de azúcar. Interacciones dentro de una localidad experimental. **Revista Agronómica del Nordeste Argentino**, Tucumán, v. 13, n. 14, p. 105-127, 1976.
- MAUAD, M.; CRUSCIOL, C. A. C.; GRASSI FILHO, H. Produção de massa seca e nutrição de arroz de terras altas sob condição de déficit hídrico e adubação silicatada. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v. 32, n. 3, p. 939-948, 2011.
- MELO, P. G. S.; MORAIS, O. P. de; DINIZ, J. de A.; LOBO, V. L. da S.; FONSECA J. R.; CASTRO, A. P. de; BASSINELLO, P. Z. BRSGO Serra Dourada: upland rice cultivar for family agriculture in the State of Goiás. **Crop Breeding and Applied Biotechnology**, Viçosa, v.12, n. 3, p. 227-229, 2012.
- MINGOTTE, F. L. C.; HANASHIRO, R. K.; FORNASIERI FILHO, D. Características físico-químicas do grão de cultivares de arroz em função da adubação nitrogenada. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v. 33, n. 1, p. 2605-2618, 2012.
- MINGOTTE, F. L. C.; HANASHIRO, R. K.; FORNASIERI FILHO, D. Response of rice cultivars to nitrogen in upland conditions. **Revista Ceres**, Viçosa, v. 60, n. 1, p. 86-95, 2013.
- MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, PECUÁRIA E ABASTECIMENTO- MAPA. Instrução normativa, n. 12 de 12 de março de 2010.
- MONTEITH, J. F. V. Solar radiation and productivity in tropical ecosystems. **Journal of Applied Ecology**, Oxford, v. 9, n. 3, p. 747-766, 1972.

MORO, E.; CRUSCIOL, C. A. C.; NASCENTE, A. S.; CANTARELLA, H. Atividade da enzima nitrato redutase em cultivares de arroz de terras altas. **Revista Agrarian**, Dourados, v. 7, n. 26, p. 602-607, 2014.

MOURA NETO, F. P.; SOARES, A. A.; AIDAR, H. Desempenho de cultivares de arroz de terras altas sob plantio direto e convencional. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 26, n. 5, p. 904-910, 2002.

NASCENTE, A. S.; KLUTHCOUSKI, J.; RABELO, R. R.; OLIVEIRA, P. O.; COBUCCI, T.; CRUSCIOL, C. A. C. Produtividade do arroz de terras altas em função do manejo do solo e da época de aplicação de nitrogênio. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, Goiânia, v. 41, n. 1, p. 60-65, 2011.

NGUYEN, D. N., LEE, K. J., KIM, D. I., ANH, N. T., LEE, B. W. Modeling and validation of high-temperature induced spikelet sterility in rice. **Field Crops Research**, Amsterdam, v. 156, n. 1, p. 293-302, 2014.

OLIVEIRA, I. P. de; KLUTHCOUSKI, J.; YOKOYAMA, L. P.; DUTRA, L. G.; PORTES, T de A; SILVA, A. E. da; PINHEIRO, B. da S.; FERREIRA, E.; CASTRO E. da M. de. **Sistema Barreirão**: recuperação/renovação de pastagens degradadas em consórcio com culturas anuais. Goiânia: EMBRAPA-CNPAP-APA, 1996. 90 p. (Documentos, 64).

OLIVEIRA, A. D. de; COSTA, J. M. N. da; LEITE, R. de. A.; SOARES, P. C.; SOARES, A. A. Caracterização do período semeadura-floração, de cultivares de arroz de sequeiro no Estado de Minas Gerais. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, Santa Maria, v. 8, n. 1, p. 63-68, 2000.

PAL, R.; MAHAJAN, G. ; SARDANA, V.; CHAUHAN, B. S. Impact of sowing date on yield, dry matter and nitrogen accumulation, and nitrogen translocation in dry-seeded rice in North-West India. **Field Crops Research**, Amsterdam, v. 206, n. 1, p. 138-148, 2017.

PERES, A. **Variação hídrica e fontes de nitrogênio em cultivares de arroz de terras altas: produção e qualidade fisiológica de sementes**. 2017. 146 f. Tese (Doutorado em Sistemas de Produção)- Faculdade de Engenharia, Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho- UNESP, Ilha Solteira. 2017.

PINHEIRO, B. S.; MARTINS, J. F. S.; ZIMMERMANN, F. J. P. Índice de área foliar e produtividade do arroz de sequeiro. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 25, n. 6; p. 873-879, 1990.

PINHEIRO, V.; NASCENTE, A. S.; STONE, L. F.; LACERDA, M. C. Seed treatment, soil compaction and nitrogen management affect upland rice. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, Goiânia, v. 46, n. 1, p. 72-79, 2016.

PORTUGAL, J. R.; PERES, A. R.; RODRIGUES, R. A. F. Aspectos climáticos no feijoeiro. In: ARF O.; LEMOS L. B.; SORATTO, R. P.; FERRARI, S. (Ed.) **Aspectos gerais da cultura do feijão *Phaseolus vulgaris* L.** Botucatu: FEPAF, 2015. cap. 4, p. 65-75.

PRASAD, P. V. V.; BOOTE, K. J.; ALLEN JR., L. H.; SHEEHY, J. E.; THOMAS, J. M. G. Species, ecotype and cultivar differences in spikelet fertility and harvest index of rice in response to high temperature stress. **Field Crops Research**, Amsterdam, v. 95, n. 2-3, p. 398-411, 2006.

RADIN, J. W. In vivo assay of nitrate reductase in cotton leaf discs. **Plant Physiology**, Rockville, v. 51, n. 1, p. 332-336, 1973.

RAIJ, B. van; ANDRADE, J. C.; CANTARELLA, H.; QUAGGIO, J. A. (Ed.) **Análise química para avaliação da fertilidade de solos tropicais.** Campinas: Instituto Agrônômico, 2001. 285 p.

REGITANO NETO, A.; RAMOS JUNIOR, E. U.; GALLO, P. B.; FREITAS, J. G. de; AZZINI, L. E. Comportamento de genótipos de arroz de terras altas no estado de São Paulo. **Revista Ciência Agronômica**, Fortaleza, v. 44, n. 3, p. 512-519, 2013.

REIS, M. de S.; SOARES, A. A.; CORNÉLIO, V. M. de O.; SOARES P. C. Desempenho de cultivares e linhagens de arroz de terras altas sob plantio direto e convencional. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 32, n. 5, p. 1435-1440, 2008.

REIS, A. R. dos; FURLANI JUNIOR, E.; BUZETTI, S.; ANDREOTTI, M. Diagnóstico da exigência do cafeeiro em nitrogênio pela Utilização do medidor portátil de clorofila. **Bragantia**, Campinas, v. 65, n. 1, p. 163-171, 2006.

SANT'ANA, E. P. Cultivo do arroz irrigado por aspersão. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 14, n. 161, p. 71-75, 1989.

SANTOS, H. G.; JACOMINE, P. K. T.; OLIVEIRA, V. A.; LUMBRERAS, J. F.; COELHO, M. R.; ALMEIDA, J. A.; CUNHA, T. J. F.; OLIVEIRA, J. B. **Sistema brasileiro de classificação de solos.** 3. ed. Brasília: Embrapa, 2013. 353 p.

SHRESTHA, S.; ASCH, F.; DUSSERRE, J.; RAMANANTSOANIRIA, A.; BRUECK, H. Climate effects on yield components as affected by genotypic responses to variable environmental conditions in upland rice systems at different altitudes. **Field Crops Research**, Amsterdam, v. 134, n. 1, p. 216-228, 2012.

SILVA, L. S. de; PCPJESKI, E.; GRAUPE, F. A.; PIT, L. L.; BUNDT, A. da C.; GUTERRES, A. P. Leitura crítica do clorofilômetro para manejo da adubação nitrogenada na cultura do arroz irrigado por alagamento. **Revista Brasileira de Agrocência**, Pelotas, v. 14, n 4-4, p. 125-127, 2008.

- SILVA, J. G. da; MOREIRA, J. A. A.; GUIMARÃES, C. M. Preparo do solo. In: SANTIAGO, C. M.; BRESEGHELLO, H. C. P.; FERREIRA, C. M. (Ed.) **Arroz: o produtor pergunta, a Embrapa responde**. Brasília: Embrapa, 2013. p. 25-36.
- SILVA, S. C. da; STEINMETZ, S.; HEINEMANN, A. B. Exigências climáticas. IN: BORÉM, A. e RANGEL, P. H. N. **Arroz do plantio à colheita**. Viçosa, MG: Ed. UFV, 2015. p. 43-65.
- SOARES, A. A.; CORNÉLIO, V. M. de O.; REIS, M. de S.; SOARES, P. S.; SANTOS, P. G.; SOUSA, M. A. de. Desempenho de linhagens de arroz de terras altas quanto à produtividade de grãos e outras características em Minas Gerais. **Revista Ceres**, Viçosa, v. 50, n. 290, p. 509-525, 2003.
- SOARES, A. A.; SOARES, P. C.; CASTRO, E. M.; MORAIS, O. P.; RANGEL, P. H. N.; REIS, M. S. Melhoria genética de arroz em Minas Gerais. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 25, n. 222, p. 20-24, 2004.
- SORATTO, R. P.; CRUSCIOL, C. A. C.; MELLO, F. F. de C. Componentes da produção e produtividade de cultivares de arroz e feijão em função de calcário e gesso aplicados na superfície do solo. **Bragantia**, Campinas, v. 69, n. 4, p. 965-974, 2010.
- SOUZA, L. C. D. de; SÁ, M. E. de; MARTINS, H. S. D.; ABRANTES, F. L.; SILVA, M. P. da; ARRUDA, N. Produtividade e qualidade de sementes de arroz em resposta a doses de calcário e nitrogênio. **Revista Trópica: Ciências Agrárias e Biológicas**, Chapadina, v. 4, n. 2, p. 27, 2010.
- TAIZ, L.; ZEIGER, E.; MØLLER, I.A.; MURPHY, A. **Fisiologia e desenvolvimento vegetal**. Porto Alegre: Artmed, 2017. 858 p.
- TRAGNAGO, J. L.; BONAZZA, L. G.; BRESSA, V. Avaliação de genótipos de arroz de sequeiro 2012/13. In: SEMINÁRIO INTERINSTITUCIONAL DE ENSINO, PESQUISA E EXTENSÃO, 18., 2013, Cruz Alta. **Anais...** Cruz Alta: UNICRUZ, 2013. p. 1-5.
- TRAGNAGO, J. L.; ROSLLER, G.; CÓRDOVA, L. Avaliação de genótipos de arroz de sequeiro 2013/14. In: SEMINÁRIO INTERNACIONAL DE ENSINO, PESQUISA E EXTENSÃO, 19., 2014. Cruz Alta. **Anais...** Cruz Alta: UNICRUZ, 2014. p. 1-4.
- VELA, R. H. N.; DALLACORT, R.; DALCHIAVON, F. C.; ARAUJO, D. V. de; BARBIERI, J. D.; KOLLING, E. M. Lâminas de irrigação na cultura do arroz de terras altas, no Médio norte do estado de Mato Grosso. **Enciclopédia Biosfera**, Goiânia, v. 9, n. 17, p. 1753-1764, 2013.
- VORIES, E.; STEVENS, W.; RHUNE, M.; STRAATMANN, Z. Investigating irrigation scheduling for rice using variable rate irrigation. **Agricultural Water Management**, Netherlands, v. 179, n. 1, p. 314–323, 2017.

WALTER, M.; MARCHEZAN, E.; AVILA, L. A. de. Arroz: composição e características nutricionais. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 38, n. 4, p. 1184-1192, 2008.

WANG, D.; LAZA, M. R. C.; CASSMAN, K. G.; HUANG, J.; NIE, L.; LING, X.; CENTENO, G. S.; CUI, K.; WANG, F.; LI, Y.; PENG, S. Temperature explains the yield difference of double-season rice between tropical and subtropical environments. **Field Crops Research**, Amsterdam, v. 198, n. 1, p. 303-311, 2016.

YOSHIDA, S. Rice plant characters in relation to yielding ability. In: INTERNATIONAL RICE RESEARCH INSTITUTE (LOS BAÑOS, FILIPINAS). **Fundamentals of rice crop science**. Los Baños: IRRI, 1981. p. 213-230.

YOSHIDA, R.; FUKUI, S.; SHIMADA, T.; HASEGAWA, T.; ISHIGOOKA, Y.; TAKAYABU, I.; IWASAKI, T. Adaptation of rice to climate change through a cultivar-based simulation: a possible cultivar shift in eastern Japan. **Climate Research**, Oldendorf, v. 64, n. 3, p. 275-290, 2015.

YUAN, Z.; ATA-UI-KARIM, S. T.; CAO, Q.; LU, Z.; CAO, W.; ZHU, Y.; LIU, X. Indicators for diagnosing nitrogen status of rice based on chlorophyll meter readings. **Field Crops Research**, Amsterdam, v. 185, n. 1, p. 12–20, 2016.

ZHUO, Q.; JU, C.; WANG, Z.; ZHANG, H.; LIU, L.; YANG, J.; ZHANG, J. Grain yield and water use efficiency of super rice under soil water deficit and alternate wetting and drying irrigation. **Journal of Integrative Agriculture**, Oxford, v. 16, n. 5, p. 1028–1043, 2017.

## **APÊNDICE – FOTOS DO EXPERIMENTO**

**Figura 6** – Preparo do solo (esquerda) e semeadura do arroz (direita).



Fonte: Dados da própria autora.

**Figura 7** – Emergência de plântulas (esquerda) e aplicação de herbicida pré-emergente (direita).



Fonte: Dados da própria autora.

**Figura 8** – Aplicação de herbicida pós-emergente (esquerda) e adubação nitrogenada (direita).



Fonte: Dados da própria autora.

**Figura 9** – Florescimento (esquerda) e aplicação de fungicida e inseticida (direita).



Fonte: Dados da própria autora.

**Figura 10** – Maturação (esquerda) e acamamento de plantas de arroz (direita).



Fonte: Dados da própria autora.

**Figura 11** – Arroz com casca, arroz integral e arroz polido.



Fonte: Dados da própria autora.