



UNIVERSIDADE FEDERAL DE RORAIMA
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA – POSAGRO

LINDEMBERG DE MATOS GALVÃO

AVALIAÇÃO E SELEÇÃO DE GENÓTIPOS DE ARROZ IRRIGADO E
TERRAS ALTAS COM TOLERÂNCIA A HERBICIDA PARA O ESTADO DE
RORAIMA

Boa Vista - RR

2013

LINDEMBERG DE MATOS GALVÃO

**AVALIAÇÃO E SELEÇÃO DE GENÓTIPOS DE ARROZ IRRIGADO E
TERRAS ALTAS COM TOLERÂNCIA A HERBICIDA PARA O ESTADO DE
RORAIMA**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Agronomia, área de concentração Produção Vegetal, da Universidade Federal de Roraima, em parceria com a Embrapa Roraima, para a obtenção do título de mestre.

Orientador: Prof.^o Dr.^o Antônio Carlos Centeno Cordeiro.

Boa Vista - RR

2013

Dados Internacionais de Catalogação na publicação (CIP)

Biblioteca Central da Universidade Federal de Roraima

G13a Galvão, Lindemberg de Matos.

Avaliação e seleção de genótipos de arroz irrigado e terras altas com tolerância a herbicida para o Estado de Roraima / Lindemberg de Matos Galvão. -- Boa Vista, 2013.

109 f.

Orientador: Prof. Dr. Antônio Carlos Centeno Cordeiro .

Dissertação (mestrado) – Universidade Federal de Roraima, Programa de Pós-Graduação em Agronomia.

1 - . Interação genótipo e ambiente 2 – Várzea. 3 – Roraima - Título. II – Cordeiro, Antônio Carlos Centeno (orientador).

LINDEMBERG DE MATOS GALVÃO

Avaliação e seleção de genótipos de arroz irrigado e terras altas com tolerância a herbicida para o estado de Roraima

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-graduação em Agronomia da Universidade Federal de Roraima, em parceria com a Embrapa Roraima, como pré-requisito para obtenção do título de Mestre em Agronomia, Área de Concentração: Produção Vegetal.

Aprovado: 29 de abril de 2013.



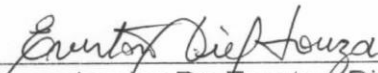
Pesquisador Dr. Antonio Carlos Centeno Cordeiro
Orientador - Embrapa Roraima



Prof. Dr. José de Anchieta Alves de Albuquerque
UFRR



Pesquisador Dr. Roberto Dantas de Medeiros
Embrapa Roraima



Pesquisador Dr. Everton Diel Souza
Embrapa Roraima

À Deus, razão de tudo o que somos e fazemos.

A minha mãe, que me ensinou a viver com dignidade.

Aos meus irmãos e demais familiares.

Dedico este trabalho

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus, por ter me dado saúde durante este período de trabalho;

A minha mãe Irinete de Matos Galvão por ter sempre confiando em minhas conquistas, pelo carinho, confiança e amor depositado em mim;

Aos meus irmãos Jean e Raniel;

A Adriana Reis Coelho por estar sempre comigo nos momentos mais difíceis, pelo companheirismo e amizade;

Ao meu orientador Antônio Carlos Centeno Cordeiro pela enorme paciência e auxílio inestimável na condução dos experimentos e elaboração da dissertação;

Ao meu co-orientador Roberto Dantas de Medeiros pelas excelentes sugestões e críticas construtivas no trabalho;

A pesquisadora Cássia Ângela Pedrozo por ter feito a estatística do trabalho e pelas excelentes sugestões;

Ao professor Valdinar Ferreira Melo por sempre estar disposto a resolver os problemas relacionados ao mestrado e por ter cedido o laboratório de solos para a realização de parte das análises A UFRR pela bolsa concedida durante esses dois anos;

Aos meus amigos Pablo, Stefanny, Nádia, Jaisse, Washington, Gustavo, Alex, Ignácio, Adelina, Priscila, pela amizade sincera e auxílio no experimento;

A EMBRAPA Roraima onde os experimentos foram realizados;

Aos técnicos da EMBRAPA Roraima Ruy e Fernando por ter ajudado na condução dos experimento;

BIOGRAFIA

LINDEMBERG DE MATOS GALVÃO nasceu em 06 de novembro de 1987 na cidade de Boa Vista, Roraima. Concluiu o ensino médio na Escola Estadual Camilo Dias. Ingressou no curso de Agronomia na Universidade Federal de Roraima – UFRR em 2006, onde concluiu o curso em 2010. Bolsista PIBIC-CNPq, durante três anos. Em 2011, iniciou o mestrado em Agronomia, do Programa de Pós-Graduação, área de concentração Produção Vegetal, da Universidade Federal de Roraima – UFRR, onde concluiu em 2013.

“Nenhuma outra atividade econômica alimenta tantas pessoas, sustenta tantas famílias, é tão crucial para o desenvolvimento de tantas nações e apresenta mais impacto sobre o nosso meio ambiente. A produção de arroz alimenta quase a metade do planeta todos os dias, fornece a maior parte da renda principal para milhões de habitações rurais pobres, pode derrubar governos e cobre 11% da terra arável do planeta.”
(Ronald Cantrell, 2002).

GALVÃO, Lindemberg de Matos. **Avaliação e seleção de genótipos de arroz irrigado e terras altas com tolerância a herbicida para o estado de Roraima**. 2013. 109 p. Dissertação de Mestrado em Agronomia – Universidade Federal de Roraima, Boa Vista, 2013.

RESUMO

Objetivou-se com este trabalho avaliar genótipos de arroz de terras altas com tolerância à herbicidas do grupo químico das imidazolinonas, em três diferentes ambientes (combinação ecossistema x sistema de plantio) e genótipos de arroz irrigado com tolerância à herbicidas em seis diferentes ambientes (combinação dois anos x três sistemas de manejo da água de irrigação) em Roraima. Foram avaliadas as características de floração média (50%), altura de plantas (cm), número de panículas por m², número de grãos por panícula, massa de 1000 grãos (g), produtividade de grãos em (kg. ha⁻¹) e rendimento de grãos inteiros no beneficiamento e de qualidade de cocção para ambos os sistemas e acamamento (escala de notas), severidade de doenças (escala de notas) apenas para o arroz de terras altas. As médias de produtividade dos genótipos foram submetidas às análises de adaptabilidade e estabilidade pelas metodologias propostas por Annicchiarico (1992) e Wricke (1965). Para o agrupamento das médias dos tratamentos, foi aplicado o teste de Scott e Knott, em nível de 5% de probabilidade. Para o arroz irrigado, concluiu-se que o genótipo AB 101053 (BRS Formoso (RB)////Cypress CL) é o mais promissor para lançamento em Roraima, por apresentar alta produtividade (8.260 kg.ha⁻¹), boa estabilidade produtiva e rendimento de grãos inteiros no beneficiamento (62,1%) e grãos soltos após a cocção. Para o arroz de terras altas os genótipos A10ER7 (BRS Pepita////Cypress CL), A10ER10 (CNAs 9023////Cypress CL) e A10ER11 (BRA 01504////Cypress CL), são os mais promissores para futuros lançamentos em Roraima.

Palavras-chave: *Oryza sativa* L; Sistema Clearfield; Interação genótipo x ambiente; várzea; Roraima.

GALVÃO, Lindemberg de Matos. **Evaluation and selection irrigated rice genotypes with herbicide tolerance for the state of Roraima**. 2013. 109 p. Master's Degree Dissertation in Agronomy - Universidade Federal de Roraima, Boa Vista, 2013.

ABSTRACT

The objective of this work was to evaluate genotypes of upland rice with tolerance to herbicides of the imidazolinone chemical group in three different environments (combination ecosystem x cropping system) and rice varieties with tolerance to herbicides in six different environments (combination two years x three management systems of irrigation water) in Roraima. We evaluated the characteristics of flowering period (50%), plant height (cm), number of panicles per m², number of grains per panicle, 1000 grains (g), grain yield (kg ha⁻¹) and whole grain yield in processing and cooking quality for both systems and lodging (note scale), disease severity (grading scale) only for upland rice. For the average rice yield were subjected to analysis of stability and adaptability of the proposed methodologies Annicchiarico (1992) and Wricke (1965). For the grouping of the treatment means test was applied Scott e Knott at 5% probability. For rice, it was concluded that the genotype AB 101053 (BRS Formoso (RB)////Cypress CL) is the most promising for release in Roraima, due to high yield (8,260 kg ha⁻¹), good stability productive and whole grain yield in processing (62.1%) and loose grains after cooking. For upland rice genotypes A10ER7 (BRS Pepita////Cypress CL), A10ER10 (9023 CNAs////Cypress CL) and A10ER11 (BRA 01504////Cypress CL), are the most promising for future releases in Roraima.

Key words: *Oryza sativa* L.; Clearfield system; Genotype x environment interaction; floodplain; Roraima.

LISTA DE TABELAS

RELAÇÃO DE TABELAS DO CAPÍTULO I

TABELA 1	Relação dos genótipos de arroz irrigado com tolerância à herbicida avaliados em várzea do estado de Roraima, entre dezembro e abril dos anos agrícolas 2010/11 e 2011/12, com as respectivas genealogias e cruzamentos.....	37
TABELA 2	Resumo das análises de variância conjuntas para as características floração (FLOR), altura da planta (ALT), número de panículas por metro (NPA), número de grãos cheios por panícula (NGC), massa de 1000 grãos (M1000) e produtividade de grãos (PROD), referentes à avaliação de nove genótipos de arroz irrigado com tolerância à herbicida em seis ambientes em área de várzea de Roraima, nos anos agrícolas 2010/11 e 2011/12.....	40
TABELA 3	Floração média (50%, em dias) referente à avaliação de nove genótipos de arroz irrigado com tolerância à herbicida em seis ambientes em área de várzea de Roraima, nos anos agrícolas 2010/11 e 2011/12.....	41
TABELA 4	Altura de planta (cm) referente à avaliação de nove genótipos de arroz irrigado com tolerância à herbicida em seis ambientes em área de várzea de Roraima, nos anos agrícolas 2010/11 e 2011/12.....	43
TABELA 5	Número de panículas por m ² (NPA) e dados do número de grãos por panícula (NGP), referentes à avaliação de nove genótipos de arroz irrigado com tolerância à herbicida em seis ambientes em área de várzea de Roraima, nos anos agrícolas 2010/11 e 2011/12.....	45
TABELA 6	Massa de 1000 grãos (M1000) referentes à avaliação de nove genótipos de arroz irrigado com tolerância à herbicida em seis ambientes em área de várzea de Roraima, nos anos agrícolas 2010/11 e 2011/12.....	47
TABELA 7	Produtividade de grãos em kg ha ⁻¹ em seis ambientes em área de várzea de Roraima, nos anos agrícolas 2010/11 e 2011/12 e médias de rendimento de grãos inteiros e comportamento na cocção referentes à avaliação de nove genótipos de arroz irrigado com tolerância à herbicida.....	49
TABELA 8	Médias gerais (MG) em ambientes favoráveis (MF) e desfavoráveis (MD) e estabilidade fenotípica geral (WiG), em ambientes favoráveis (WiF) e desfavoráveis (WiD) pelo método de Annicchiarico (1992) de nove genótipos de arroz irrigado com tolerância à herbicida avaliados em seis ambientes de várzea em Roraima, nos anos agrícolas 2010/11 e 2011/12.....	52
TABELA 9	Médias gerais (MG) e estabilidade fenotípica por ecovalência (Wi ²) (método de Wricke, 1965, apresentado por Cruz et al., 2003) de nove genótipos de arroz irrigado com tolerância à	

herbicida avaliados em seis ambientes de várzea em Roraima, nos anos agrícolas 2010/11 e 2011/12..... 53

RELAÇÃO DE TABELAS DO CAPÍTULO II

TABELA 1	Relação dos genótipos de arroz de terras altas com tolerância à herbicida, seus respectivos retrocruzamentos, e, cultivares testemunhas convencionais, avaliados em ambientes de cerrado e floresta alterada de Roraima no ano agrícola 2011.....	62
TABELA 2	Características químicas e granulométrica do solo nas camadas de 0,0 a 0,2 m de profundidade, antes da instalação do experimento.....	63
TABELA 3	Resumo das análises de variância conjuntas para as características floração (FLOR), altura da planta (ALT), acamamento (ACA) número de panículas por metro (NPA), número de grãos por panícula (NGP), massa de 1000 grãos (M1000) e produtividade de grãos (PROD), referentes à avaliação de 27 genótipos de arroz de terras altas com tolerância à herbicida e quatro cultivares testemunhas convencionais em três ambientes em Roraima, no ano agrícola 2011.....	67
TABELA 4	Floração média (50%, em dias) de genótipos de arroz de terras altas com tolerância à herbicida e quatro cultivares, convencionais, em três ambientes em Roraima, no ano agrícola 2011.....	69
TABELA 5	Altura de planta (cm) de genótipos de arroz de terras altas com tolerância à herbicida e de quatro cultivares testemunhas convencionais em três ambientes em Roraima, no ano agrícola 2011.....	72
TABELA 6	Médias de acamamento (notas visuais**) de genótipos de arroz de terras altas com tolerância à herbicida e de cultivares testemunhas convencionais em três ambientes em Roraima, no ano agrícola 2011.....	73
TABELA 7	Número de panículas por m ² de genótipos de arroz de terras altas com tolerância à herbicida e de cultivares testemunhas convencionais em três ambientes em Roraima, no ano agrícola 2011.....	77
TABELA 8	Número de grãos por panícula (NGP) de genótipos de arroz de terras altas com tolerância à herbicida e de cultivares testemunhas convencionais em três ambientes em Roraima, no ano agrícola 2011.....	79
TABELA 9	Massa de 1000 grãos (M1000) de genótipos de arroz de terras altas com tolerância à herbicida e de cultivares testemunhas convencionais em três ambientes em Roraima, no ano agrícola 2011.....	82
TABELA 10	Severidade de brusone na folha (BF), brusone na panícula (BP), escaldadura da folha (ESC), mancha parda (MP) e mancha-de-	

	grãos (MG) em genótipos de arroz de terras altas com tolerância a herbicida e em cultivares testemunhas convencionais, em ambiente de floresta alterada (A3) em Roraima no ano agrícola de 2011.....	84
TABELA 11	Produtividade de grãos em $\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ em três ambientes no Estado de Roraima, médias de rendimento de grãos inteiros (RI), teor de amilose (TA) e temperatura de gelatinização (TG) de genótipos de arroz de terras altas com tolerância à herbicida e de cultivares testemunhas convencionais, no ano agrícola de 2011...	87
TABELA 12	Médias gerais (MG) e em ambientes favoráveis (MF) e estabilidade fenotípica geral (WiG) e em ambientes favoráveis (WiF) pelo método de Annicchiarico (1992) de genótipos de arroz de terras altas com tolerância à herbicida e de cultivares testemunhas convencionais, avaliados em três ambientes em Roraima, no ano agrícola 2011.....	91
TABELA 13	Médias gerais (MG) e estabilidade fenotípica por ecovalência (Wi^2) (método de Wricke, 1965) de genótipos de arroz de terras altas com tolerância à herbicida e de cultivares testemunhas convencionais, avaliados em três ambientes em Roraima, no ano agrícola 2011.....	93

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	14
2	OBJETIVO GERAL.....	17
2.1	Objetivos específicos.....	17
3	REVISÃO DE LITERATURA.....	18
3.1	Cultura do arroz.....	18
3.2	Arroz irrigado.....	19
3.3	Arroz de terras altas.....	20
3.4	Tolerância a herbicida.....	23
3.5	Interação genótipos por ambientes.....	26
3.6	Adaptabilidade e estabilidade.....	28
4	CAPÍTULO I - AVALIAÇÃO E SELEÇÃO DE GENÓTIPOS DE ARROZ IRRIGADO COM TOLERÂNCIA À HERBICIDA PARA O ESTADO DE RORAIMA.....	31
4.1	RESUMO.....	31
4.2	ABSTRACT.....	32
4.3	INTRODUÇÃO.....	33
4.4	MATERIAL E MÉTODOS.....	36
4.5	RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	39
4.6	CONCLUSÕES.....	55
5	CAPÍTULO II - AVALIAÇÃO E SELEÇÃO DE GENÓTIPOS DE ARROZ DE TERRAS ALTAS COM TOLERÂNCIA À HERBICIDA PARA O ESTADO DE RORAIMA.....	56
5.1	RESUMO.....	56
5.2	ABSTRACT.....	57
5.3	INTRODUÇÃO.....	58
5.4	MATERIAL E MÉTODOS.....	61
5.5	RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	66
5.6	CONCLUSÕES.....	94
	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	96

1. INTRODUÇÃO

O arroz (*Oryza sativa L.*) é o terceiro cereal mais produzido e consumido no mundo, ficando atrás apenas do trigo e do milho. Faz parte da dieta básica de aproximadamente 50% da população mundial, podendo ser considerado o mais importante para alimentação humana, pois dentre essas três culturas o arroz é a única consumida diretamente por grande parte da população mundial, enquanto que o trigo e o milho são processados pela indústria ou são utilizados na alimentação animal (WALTER, 2010).

A cultura do arroz é de grande importância social e econômica para o Brasil, visto que, o país está entre os dez maiores produtores mundiais do grão. Em uma área de 2.843,2 mil ha⁻¹, são produzidas anualmente, cerca de 11 milhões de toneladas, sendo o Estado do Rio Grande do Sul, o principal produtor, responsável por aproximadamente 41% da área cultivada e 65% da produção brasileira, com uma produtividade na safra 2010/11, de 7.300 kg ha⁻¹ (CONAB, 2011). O sistema de produção predominante é o do arroz irrigado em várzeas.

Por outro lado, cerca de um milhão de hectares, são cultivados com arroz de terras altas nas regiões Norte, Meio-Norte, Centro-Oeste e Sudeste com distribuição aproximada em termos de áreas de 20, 54, 21 e 5%, respectivamente. (CONAB, 2012).

Em Roraima, o agronegócio do arroz irrigado, representa uma das poucas cadeias produtivas efetivamente estabilizadas no Estado. A área colhida em 2011/12 foi de 11.000 hectares, com produção de 69.850 toneladas de arroz em casca e produtividade média de 6.350 kg ha⁻¹ (Associação dos Arrozeiros de Roraima- Informação Pessoal). Da produção obtida, 80% são exportadas para outros estados da região Norte, principalmente para o Amazonas, e o restante (20%) para abastecimento do mercado local.

O sistema de produção, totalmente mecanizado, é desenvolvido por 14 produtores que cultivam em média 400 a 600 hectares/ano, sendo as maiores lavouras com áreas acima de 1.000 hectares/ano. Segundo Braga et al. (2009) fazem parte da Cadeia Produtiva, 14 agroindústrias que comercializam 27 marcas de arroz.

O cultivo do arroz de terras altas é realizado, no Estado, principalmente, por pequenos agricultores em áreas de assentamento rural, com pouca utilização de

tecnologia. A área cultivada situa-se, anualmente, em torno de 5.500 a 6.000 hectares, com produção de 11.000 a 12.000 toneladas (AGRIANUAL, 2010), representando menos de 40% do volume necessário para suprir a demanda interna do produto em casca.

Toda a produção é destinada para o consumo no meio rural ou para comercialização em pequenas quantidades em feiras livres e pequenos comércios na capital Boa Vista. A produtividade é variável em função do nível tecnológico utilizado, mas, em média, fica em torno de 2.000 a 2.500 kg/ha e nas melhores lavouras pode chegar a 3.500 a 4.000 kg ha⁻¹. Por outro lado, com a expansão do cultivo de soja no cerrado e com o crescimento da pecuária, o arroz de terras altas pode vir a se tornar uma opção interessante na rotação, como também, na implantação e renovação de pastagens e na integração lavoura-pecuária (CORDEIRO; MEDEIROS, 2008; CORDEIRO; MEDEIROS, 2010b).

Um dos problemas que mais interferem na produção de arroz é a presença de plantas daninhas, principalmente, as gramíneas que causam impacto negativo na produtividade competindo com a cultura por luz e nutrientes. Segundo Eberhart e Noldin (2005), no cultivo do arroz irrigado o arroz vermelho é a planta daninha mais importante, cuja competição pode causar perdas de até 55% na produtividade de grãos. Já no caso do arroz de terras altas, a pequena disponibilidade de produtos e tecnologias para o controle de plantas daninhas em áreas cultivadas por vários anos, restringe o uso desta cultura em sistemas agrícolas sustentáveis (RANGEL, 2007).

Uma alternativa eficaz para o controle do arroz vermelho e de outras plantas daninhas foi o desenvolvimento de genótipos de arroz tolerantes a herbicidas, do grupo químico das imidazolinonas, que possibilitam o controle do arroz vermelho sem causar a morte do arroz comercial (SOSBAI, 2012).

Esta tecnologia que é denominada de Sistema Clearfield[®] (CL) de produção e proporciona uma condição de manejo eficaz no controle seletivo de plantas daninhas em lavouras de arroz irrigado (CROUGHAN, 1998; BASF, 2004), foi desenvolvida, inicialmente com a obtenção de uma linhagem (mutante AS 3510) de arroz tolerante ao herbicida Only[®] (CROUGHAN, 1998; LOPES et al., 2004 ; VILLA, 2006).

Posteriormente um novo gene, com espectro maior de tolerância, foi obtido e transferido para a cultivar americana de arroz irrigado Cypress CL para tolerância ao herbicida pós-emergente KIFIX[®]. A ação do herbicida e a seletividade para a cultura

proporcionam uma maior eficiência no controle de plantas daninhas (RANGEL, 2007).

Os herbicidas Only[®] e KIFIX[®] apresentam elevada eficiência no controle seletivo de arroz vermelho e de outras plantas daninhas em lavouras de arroz, propiciando níveis de controle superiores a 95% (STEELE et al., 2002; SOSBAI, 2012).

Contudo, ainda não há resultados de pesquisas expressivos em Roraima com a avaliação de genótipos de arroz com tolerância à herbicida que sejam adaptados às condições locais e que apresentem produtividade de grãos compatíveis com relação a cultivares já existentes no mercado que apresentam com tolerância à herbicida (CORDEIRO et al., 2010).

2. OBJETIVO GERAL

Avaliar e selecionar genótipos de arroz irrigado e de terras altas portadores de genes para tolerância à herbicida, visando selecionar aqueles com alta produtividade, características agronômicas favoráveis e estabilidade frente aos diferentes ambientes de cultivo em Roraima.

2.1 Objetivos Específicos:

- Comparar o desempenho produtivo de genótipos de arroz portadores de genes com tolerância à herbicida em áreas de cerrado e floresta alterada em sistema de plantio tradicional e plantio direto;
- Comparar o desempenho produtivo de genótipos de arroz portadores de genes com tolerância à herbicida em diferentes sistema de cultivo em várzea;
- Selecionar genótipos de arroz portadores de gene com tolerância á herbicida com desempenho produtivo semelhante ou superior à cultivares testemunhas, em condições de cultivo em terras altas e várzea;
- Selecionar genótipos de arroz com tolerância à herbicidas em condições de terras altas e várzea que além de alta produtividade, apresentem características de rendimento de grãos inteiros e de cocção, no mesmo padrão ou superior às cultivares testemunhas;

3. REVISÃO DE LITERATURA

3.1. Cultura do Arroz

O arroz (*Oryza sativa* L.) é definido como uma espécie anual, herbácea, monocotiledônea, pertencente à família Poaceae, classificada no grupo das plantas C-3 e adaptada tanto ao cultivo em ambiente aquático como o terrestre (SOSBAI, 2012). O ciclo de desenvolvimento do arroz pode ser dividido em três fases: a fase de plântula que vai da semente até a emergência; a fase vegetativa que vai da emergência até o aparecimento do colar da última folha (folha bandeira) no colmo principal e a fase reprodutiva que vai da diferenciação da panícula até a maturação fisiológica (STRECK et al., 2007). A duração de cada fase depende da cultivar utilizada, época de semente, região de cultivo e das condições da fertilidade do solo. A duração do ciclo varia entre 100 e 140 dias para a maioria das cultivares utilizadas (SOSBAI, 2005).

Quanto a sua origem a maioria dos historiadores e cientistas aponta o sudeste do continente asiático como sendo o local de origem da espécie. Duas formas silvestres são mencionadas na literatura como as precursoras do arroz cultivado: a espécie *Oryza rufipogon*, procedente da Ásia, originando a *Oryza sativa*; e a *O. barthii* (*Oryza breviligulata*), derivada da África Ocidental, dando origem à *O. glaberrima*. Já no continente americano o Brasil é citado por muitos autores como o primeiro país a cultivar esse cereal. O arroz era o "milho d'água" cultivado pelos indígenas muito antes da chegada dos portugueses à região (EMBRAPA, 2006).

Considerado o produto de maior importância econômica em muitos países em desenvolvimento, apresenta ampla adaptabilidade às diferentes condições de solo e clima, sendo a espécie de maior potencial de aumento de produção (SANTOS; RABELO, 2008). É utilizado predominantemente para alimentação humana fornecendo 27% do aporte calórico total em países em desenvolvimento e apenas 4% deste em países desenvolvidos (ROSELL; MARCO, 2009). Em decorrência, desempenha papel estratégico na solução de questões de segurança alimentar, níveis econômico e social.

Apesar do grande volume produzido, o arroz é um produto com pequeno comércio internacional. Os 10 países maiores produtores são, em ordem

decrecente são: China, Índia, Indonésia, Bangladesh, Vietnã, Tailândia, Mianmar, Filipinas, Brasil e Japão (SOSBAI, 2012; WALTER et al., 2008).

Os padrões de consumo deste cereal podem ser classificados em três grandes modelos. O modelo asiático, que corresponde a um consumo médio per capita superior a 100 kg ao ano, o modelo subtropical, que apresenta um consumo per capita variando de 35 a 65 kg ao ano e o modelo ocidental, cujo consumo per capita é cerca de 10 kg ao ano. No Brasil, o consumo per capita de arroz é de aproximadamente 45 kg/ano (EMBRAPA, 2011) e as preferências de consumo diferem regionalmente dentro do país (GULARTE, 2004).

O Brasil, detém cerca de 82% da produção do MERCOSUL com uma produção anual entre 11 e 13 milhões de toneladas de arroz nas últimas safras, seguido pelo Uruguai, Argentina e, por último, o Paraguai, que já representa 2% do total produzido pelo bloco (SOSBAI, 2012). A safra 2012/2013 aponta que Santa Catarina e Rio Grande do Sul, que juntos cultivam quase 50% da área total de arroz, deverão contribuir com aproximadamente 75% da safra nacional, devido à performance da produtividade que normalmente alcançam, com produto de excelente qualidade, cultivado em sistema totalmente irrigado, o que reduz significativamente os riscos de perdas (CONAB, 2012).

No Brasil, o arroz é cultivado em dois ecossistemas, o de várzeas, em que se cultiva o arroz com irrigação por inundação controlada, e o de terras altas, no qual o cultivo é em sequeiro, podendo haver irrigação suplementar por aspersão.

3.2. Arroz irrigado

Cerca de 151 milhões de hectares são cultivados anualmente no mundo produzindo 634 milhões de toneladas, e, embora apenas 18% da área total seja cultivada sob irrigação, mais de 75% do total produzido é oriundo deste sistema de cultivo (IRRI, 2012). Cerca de 90% do arroz mundial é produzido e consumido na Ásia. Mais de 70% da população asiática, ou seja, aproximadamente 2,7 bilhões de pessoas, dependem da produção sustentável de arroz oriunda somente do sistema irrigado para o seu suprimento alimentar (FAOSTAT, 2012).

O cultivo do arroz irrigado é encontrado em dezesseis estados de todas as regiões do Brasil, destacando-se a Região Sul que é responsável, por 69,95% da produção total deste cereal (IBGE, 2008).

Em Roraima, o agronegócio do arroz irrigado, representa uma das poucas cadeias produtivas efetivamente estabilizadas no Estado. As lavouras são semeadas em áreas de várzeas, duas vezes ao ano, sendo que em, 80% do total da área cultivada ocorrem período seco (setembro a março), e o restante no período chuvoso (abril a agosto). O sistema de produção, totalmente mecanizado, é desenvolvido por 14 produtores que cultivam em média 400 a 600 hectares/ano, sendo as maiores lavouras com áreas acima de 1.000 hectares/ano. As cultivares mais utilizadas é IRGA 417, Roraima e BR IRGA 409, Puitá INTA CL, e, mais recentemente a IRGA 424. (CORDEIRO; MEDEIROS, 2010).

A área colhida em 2011/12 foi de 11.000 hectares, com produção de 69.850 toneladas de arroz em casca e produtividade média de 6.350 kg.ha⁻¹ (Associação dos Arrozeiros de Roraima - Informação Pessoal). Da produção obtida, 80% é exportada para outros estados da região Norte, principalmente para o Amazonas, e o restante (20%) para abastecimento do mercado local. Segundo Braga et al. (2009) fazem parte da Cadeia Produtiva, 14 agroindústrias que comercializam 27 marcas de arroz.

Na safra do período seco é utilizada a semeadura em linhas em solo seco, via preparo convencional e/ ou cultivo mínimo, com posterior irrigação por inundação contínua, controlada por taipas construídas em curva de nível. A inundação ocorre a partir das partes mais altas, sendo a água conduzida por gravidade, mantendo-se lâmina de água com diferença de nível de 5 a 10 cm. No período chuvoso, é realizada a segunda safra, em áreas de várzeas que não inundam, mas que mantém os solos saturados por precipitação pluvial. Neste caso, na maioria das áreas não é realizada irrigação e o sistema denomina-se de várzea úmida (CORDEIRO; MEDEIROS, 2010).

Segundo Medeiros et al. (1997), embora a cultura do arroz possa ser irrigada por qualquer método de irrigação, o sistema por inundação contínua é o mais utilizado, pois apresenta maior praticidade na execução, com consequente aumento na produtividade, melhoria na qualidade industrial de grãos e favorecimento no controle de plantas daninhas. Do consumo total do de água exigido pela planta, 30% ocorre durante a fase vegetativa, 55% na fase reprodutiva e 15% na fase de maturação (FAGERIA, 1980).

A irrigação por inundação contínua pode ser feita, utilizando os métodos de submersão com água parada ou corrente. Com a água parada a eficiência de uso da

água, normalmente, é maior e não há riscos de perdas de nutrientes, carregados pela água. Já o sistema de inundação com água corrente é mais indicada para áreas com solos argilosos que apresentam elevados teores de substâncias tóxicas devido à baixa percolação ou má drenagem do solo. A inundação contínua para áreas de solos com relevo irregular, não sistematizado (desnivelados), proporciona melhor distribuição da água na lavoura e maior segurança no suprimento de água para as plantas, caso venha ocorrer pane no sistema de fornecimento de água para a lavoura (MEDEIROS et al., 2008).

Por outro lado, Suhre et al. (2008), avaliando cultivares de arroz irrigado em diferentes sistemas de cultivo e de manejo de água em várzeas de Roraima verificaram que a maior produtividade de grãos foi obtida com o sistema de irrigação por inundação contínua e semeadura em linhas, e as menores produtividades foram obtidas nos sistemas de cultivo com irrigação intermitente, independente do método de semeadura. Resultado semelhante foi encontrado por Sá (2011), em que o sistema de cultivo do arroz com o manejo de água por inundação contínua resultou em maior produtividade de grãos.

3.3. Arroz de terras altas

O arroz de terras altas tem como característica a condição aeróbica de desenvolvimento radicular, cultivado sem o solo estar inundado, é encontrado com maior predominância no Brasil e, em menor proporção, no continente africano (GUIMARÃES et al., 2006).

Estão inclusas no sistema de produção de arroz de terras altas desde grandes lavouras mecanizadas até pequenas áreas de produção para subsistência, que é o estrato predominante. As regiões centro - norte do Mato Grosso, partes do Maranhão e o Pará respondem por cerca de 60% da produção de arroz de terras altas, constituindo uma macrorregião bastante favorável a este sistema, pela maior pluviosidade e, conseqüentemente, menor probabilidade de ocorrência de deficiência hídrica (PINHEIRO et al., 2006).

Os estados da região central do país são os mais importantes no cultivo tradicional mecanizado de arroz de terras altas. Nesta região, as propriedades agrícolas são caracterizadas por apresentarem áreas bastante extensas, em que o cultivo tradicional do arroz de terras altas vem sendo utilizado desde o início dos

anos setenta, considerando o estímulo das políticas governamentais para a produção de alimentos (FORNASIERI FILHO; FORNASIERI, 2006). Em função de ser pouco exigente em fertilidade e tolerante a solos ácidos, o arroz de terras altas foi pioneiro durante o processo de ocupação agrícola do cerrado brasileiro na década de sessenta (PINHEIRO, 2003).

Ao longo do tempo, a área de cultivo com arroz de terras altas reduziu, mas a produção cresceu e a qualidade melhorou, com isso, recuperou parte do prestígio que havia perdido. A perspectiva é que a produção dos diferentes ecossistemas continue desempenhando um papel de complementariedade, mas com certa concorrência. (FERREIRA; DEL VILLAR, 2004). A participação do sistema de cultivo de arroz de terras altas na produção nacional de grãos, em 2010, foi de 21% de um total de 12,6 milhões de toneladas, ocupando uma área plantada de 1,4 milhões de hectares (EMBRAPA ARROZ E FEIJÃO, 2012).

O cultivo do arroz de terras altas sempre esteve associado à abertura de fronteira agrícola, onde normalmente obtém - se baixas produtividades, que é resultado do cultivo em solos de baixa fertilidade, como os solos de cerrado, principalmente com elevada acidez, baixa capacidade de troca de cátions e de retenção de umidade, deficiência generalizada de nutrientes, particularmente o fósforo, associada a teores elevados de Al e alta saturação de Al no complexo do solo. A baixa produtividade também é devido à baixa tecnologia empregada pelos produtores (FREITAS, 2011).

É semeado quase que exclusivamente em sistema de plantio convencional que tem apresentado melhores resultados de produtividade do que o sistema plantio direto (KLUTHCOUSKI et al., 2000). Segundo Soares (2004), no sistema de plantio direto a planta apresenta pequeno desenvolvimento do sistema radicular, reduzindo a resistência a seca e menor número de perfilhos por área, diminuindo o número de panículas por área, além de exibir um menor desenvolvimento da planta, sobretudo durante a fase vegetativa, tendo como a principal causa à absorção de nitrogênio pelas plantas nos primeiros 30 dias do ciclo que é dificultada devido a não sintetização de uma enzima (redutase do nitrato).

Em Roraima, o cultivo do arroz de terras altas é realizado, principalmente, por pequenos agricultores em áreas de assentamento rural, com pouca utilização de tecnologia. Entretanto, com a expansão do cultivo de soja no cerrado e com o crescimento da pecuária, pode se tornar uma opção interessante na rotação, como

também, na implantação e renovação de pastagens e na integração lavoura-pecuária.

A área cultivada situa-se, anualmente, em torno de 5.500 a 6.000 hectares, com produção de 11.000 a 12.000 toneladas (AGRIANUAL, 2010), representando menos de 40% do volume necessário para suprir a demanda interna do produto em casca. Toda a produção é destinada para o consumo no meio rural ou para comercialização em pequenas quantidades em feiras livres e pequenos comércios na capital Boa Vista. A produtividade é variável em função do nível tecnológico utilizado, mas, em média, fica em torno de 2.000 a 2.500 kg/ha e nas melhores lavouras pode chegar a 3.500 a 4000 kg ha⁻¹ (CORDEIRO; MEDEIROS, 2008; CORDEIRO; MEDEIROS, 2010b).

3.4. Tolerância a herbicida

As plantas daninhas constituem um dos fatores que mais influenciam o crescimento, o desenvolvimento e a produtividade da cultura do arroz, pois competem por luz, nutrientes e água, o que se reflete na redução quantitativa e qualitativa da produção, além de aumentarem os custos operacionais de colheita, secagem e beneficiamento dos grãos (SILVA; DURIGAN, 2006). A duração da competição determina prejuízos variáveis no crescimento e no desenvolvimento e, conseqüentemente, na produção das culturas (LAMEGO et al., 2004).

O período em que a cultura deve ser mantida livre da presença das plantas daninhas é de extrema importância, pois seu conhecimento permite o adequado manejo e conseqüentemente que não ocorram perdas na produção. Na cultura do arroz, o período crítico de competição varia entre os 20 e 45 dias após a emergência das plântulas, e os danos causados pela competição são irreversíveis (CORDEIRO et al., 2009; SILVA; DURIGAN, 2006).

As principais plantas daninhas que concorrem com a cultura do arroz são, arroz vermelho (*Oryza sativa*), capim arroz (*Echinochloa colonum* L, *Echinochloa crusgalli* (L) Beauv; *Echinochloa crusganensis*); cuminho (*Fimbristylis* spp.); pelo de porco (*Juncus* spp.); braquiárias (*Brachyaria* spp.); milhã (*Digitaria* spp.); cruz-de-malta (*Ludwigia* spp.); capim macho (*Ischaemum rugosum* Salisb); mata pasto (*Senna obtusifolia* L); angiquinho, cortiça (*Aeschynomene* spp.), e corriolas (*Ipomea* spp.) (CORDEIRO et al., 2010).

O arroz vermelho é a principal planta daninha no arroz irrigado, sendo botanicamente classificado como a mesma espécie do arroz comercial, *Oryza sativa*, com propriedades morfológicas, fisiológicas e bioquímicas similares (SÁNCHEZ-OLQUIN et al., 2007). No entanto, o arroz vermelho não ocorre em condições de cultivo em terras altas.

Em Roraima, o arroz vermelho está presente em todas as áreas de várzeas com produção de arroz irrigado, e como pertence à mesma espécie do arroz cultivado, representa um problema, pois seu controle não pode ser realizado com herbicidas comumente usados para o controle de outras plantas daninhas, normalmente seletivos ao arroz (CORDEIRO et al., 2010b).

Uma alternativa eficaz para o controle do arroz vermelho e de outras plantas daninhas foi o desenvolvimento de genótipos de arroz tolerantes a herbicidas, do grupo químico das imidazolinonas, que possibilitam o controle do arroz vermelho sem causar a morte do arroz comercial (SOSBAI, 2012).

Croughan (1998), no Centro de Agricultura da Universidade Estadual da Louisiana (LSUAC), nos Estados Unidos, buscando alternativas para o controle seletivo do arroz vermelho, obteve uma linhagem de arroz, a AS3510, tolerante ao herbicida Only[®], por meios de mutação induzida por radiação gama e/ou transformação química por etil metanossulfonato – SEM, com característica monogênica dominante.

A ação do herbicida é na inibição da enzima acetolactato sintetase (ALS), a qual é essencial para a síntese de aminoácidos de cadeia ramificada (valina, isoleucina e leucina), sendo em geral móveis tanto no xilema como no floema, podendo ser absorvidos e translocados tanto a partir das folhas como das raízes, com níveis diferentes para os vários produtos ocasionando a paralisação no crescimento celular e na síntese de DNA (VILLA, 2006). Também inibem o transporte de fotossintetizados a partir das folhas verdes (OTTIS et al., 2003).

Posteriormente a LSUAC, em cooperação com a BASF, desenvolveu o Sistema de Produção Clearfield[®] (CL) para arroz irrigado, visando principalmente o controle do arroz vermelho. Este sistema é sustentado por três pilares básicos: herbicida Only[®], que possui os princípios ativos imazethapyr (75 g L⁻¹) e imazapic (25 g L⁻¹), aplicado em pós-emergência da cultura e do arroz vermelho, cultivares tolerantes ao herbicida e monitoramento das lavouras (BASF, 2004).

Posteriormente um novo gene, com espectro maior de tolerância, foi obtido e transferido para a cultivar americana de arroz irrigado Cypress CL para tolerância ao herbicida pós-emergente KIFIX[®] (imazapyr (52,5 g L⁻¹) + imazapic (17,5 g L⁻¹). A ação do herbicida e a seletividade para a cultura, proporcionam uma maior eficiência no controle de plantas daninhas (RANGEL, 2007).

Os herbicidas Only[®] e KIFIX[®] apresentam elevada eficiência no controle seletivo de arroz vermelho e de outras plantas daninhas, principalmente, gramíneas em lavouras de arroz, propiciando níveis de controle superiores a 95% (STEELE et al., 2002; SOSBAI, 2012).

A primeira cultivar de arroz irrigado disponibilizado comercialmente para o sistema Clearfield[®] no Brasil foi o IRGA 422 CL. Este cultivar apresenta como característica principal a tolerância ao herbicida Only[®] e foram obtidas por meio do retrocruzamento da cultivar IRGA 417 com a linhagem AS 3510, (LOPES et al., 2003). Posteriormente, novas cultivares/híbridos foram desenvolvidos para uso neste sistema, podendo-se citar, entre outros: SCS 115 CL, Puitá INTA-CL, BRS Sinuelo CL, Sator CL, Avaxi CL, Apsa CL e Inov CL (SOSBAI, 2010).

O controle de arroz- vermelho, em Roraima, está sendo efetuado com o uso de cultivares com tolerância a herbicidas, como a Puitá INTA CL, que é a mais plantada pelos produtores no estado devido à boa adaptação às condições locais. Entretanto, ainda há poucos resultados de pesquisas locais, visando à obtenção de genótipos de arroz com tolerância a herbicidas para os diferentes sistemas de cultivo de arroz irrigado em várzeas de Roraima (CORDEIRO et al., 2010b).

Cordeiro et al. (2010b), avaliando genótipos derivados de retrocruzamentos entre cultivares elites de arroz irrigado e o mutante AS3510, selecionaram a linhagem CNA 10759 CL e as cultivares IRGA 422 CL e BRS Sinuelo CL, como boas opções para uso em várzeas de Roraima que estão infestadas por plantas daninhas, em especial de arroz vermelho. Posteriormente, Sá (2010) indicou o genótipo AB 101053, que possui o gene mutante, para tolerância à herbicida, de segunda geração (Cypress CL) como promissor para futuro lançamento aos sistemas de produção de arroz irrigado.

3.5. Interação genótipos por ambientes

Para um caráter qualquer, o fenótipo (F) a ser obtido é função do genótipo (G), do ambiente (A) e da interação genótipos por ambientes (GA). Esse último componente ocorre porque o desenvolvimento dos genótipos não é consistente nos vários ambientes, isto é, reflete as diferentes sensibilidades às mudanças do ambiente. Dessa maneira, a interação genótipos por ambientes pode ser entendida como a resposta diferenciada de genótipos em um determinado ambiente, que pode não ser coincidente em outros (RAMALHO et al., 2012).

Essas interações quando presentes em experimentos na avaliação da produtividade de grãos dificultam a seleção (SILVA; DUARTE, 2006). Por outro lado, o termo ambiente é designado como um termo geral que envolve uma série de condições sob as quais as plantas são cultivadas, como, locais, anos, épocas de plantio, sistemas de plantio, nível de fertilizantes e densidades de plantas (SANTOS, 2000).

Fehr (1987) define a resposta relativa dos genótipos em relação à variação dos ambientes em: (1) previsíveis, que incluem as características gerais do solo, comprimento do dia, insolação e os aspectos relacionados com a ação do homem, como época de semeadura, densidade de semeadura, níveis de adubação e outras práticas agrônômicas e (2) imprevisíveis, as quais consideram as flutuações no clima, como quantidade e distribuição das chuvas, variações da temperatura, dentre outras.

A maioria dos caracteres de importância econômica constitui-se de caracteres quantitativos, de herança poligênica, ou seja, são caracteres de variação contínua e altamente influenciados pelo ambiente. Outros caracteres controlados por genes qualitativos também são importantes, principalmente para o controle de doenças e insetos, destacando a importância do estudo da interação de genótipos por ambientes nos programas de melhoramento (CARBONELL et al., 2007).

A interação genótipos por ambientes pode ser classificada em interação simples e complexa. A interação simples é proporcionada pela diferença de variabilidade genética entre genótipos dentro dos ambientes, e a interação complexa reflete a ausência de correlação linear entre genótipos de um ambiente para outro, ou seja, haverá genótipos com desempenho superior em um ambiente, mas não em

outro, tornando mais difícil a seleção e, ou, recomendação desses genótipos (CRUZ et al., 2004).

A avaliação da interação genótipos por ambientes é importante nos programas de melhoramento, pois, há possibilidades de o melhor genótipo em um ambiente não o ser em outro (CRUZ; REGAZZI, 1994) e, isto faz com que uma cultivar tenha sua recomendação restrita a determinadas regiões. Tem inúmeras implicações em um programa de melhoramento e, na etapa de avaliação de linhagens para indicação de novas cultivares aos agricultores, através de redes de ensaios, para que se estime seu valor de cultivo e uso, o que viabiliza sua indicação para cultivo nas regiões onde foram testadas (PEREIRA et al., 2010).

O método mais utilizado para a avaliação da interação genótipos por ambientes é a análise de variância, através da análise conjunta dos experimentos. A existência das interações $G \times A$ é determinada pelo teste F e estatisticamente são detectadas como um padrão de resposta diferencial e significativa dos genótipos entre os ambientes (ARRUDA, 2011).

A significância dessas interações deve ser interpretada, a princípio, como uma indicação de que existem genótipos particularmente adaptados a determinados ambientes (adaptação específica) e outros que sejam menos influenciados pelas variações ambientais podendo ser explorados em vários ambientes (LAVORANTI, 2003).

Assim, para atenuar o efeito da interação genótipos por ambientes, é necessária a condução dos experimentos no maior número possível de locais e anos, de modo que possa ser avaliada a magnitude da interação e seu possível impacto sobre a seleção e a recomendação de cultivares, com o propósito de tornar essa recomendação a mais segura possível (SILVA; DUARTE, 2006). Identificar cultivares específicas para cada ambiente, estratificação de ambientes e a identificação de cultivares com maior estabilidade fenotípica são procedimentos que podem ser usados, segundo Ramalho et al. (2012) para diminuir o efeito da interação.

A ocorrência da interação genótipos por ambientes tem grande importância, principalmente para o caráter produção de grãos. Uma forma de tirar proveito dessa interação na recomendação de novas cultivares é identificar genótipos com alta adaptabilidade e estabilidade fenotípica (PEREIRA et al., 2009).

3.6. Adaptabilidade e estabilidade

As análises de adaptabilidade e estabilidade são procedimentos estatísticos que permitem, de algum modo, identificar as cultivares de comportamento mais estável e que respondem previsivelmente às variações ambientais. Algumas dessas análises permitem, também, dividir os efeitos da interação de genótipos por ambientes em efeitos de genótipos e de ambientes, revelando a contribuição relativa de cada um para a interação total (ROCHA, 2002).

Segundo Ramalho et al. (2012), adaptabilidade é avaliada pelo desempenho médio do genótipo, ou seja, aquele que apresenta maior produtividade de grãos por área. Já a estabilidade avalia o comportamento dos genótipos frente às variações ambientais que podem ser decorrentes de locais, anos ou qualquer outro fator. Rocha et al. (2004) define o conceito de adaptabilidade como sinônimo de produtividade e a estabilidade como sinônimo de previsibilidade.

Para a avaliação da adaptabilidade e estabilidade de genótipos, existem diversas metodologias as quais são complementares à análise de variância individual e conjunta dos dados experimentais obtidos em uma série de ambientes (CRUZ et al., 2003). Essas diferenciações entre as várias metodologias devem-se aos variados conceitos de estabilidade considerados e aos cálculos estatísticos empregados para estimativa dos parâmetros utilizados na interpretação (MORAIS, 2005).

Entre os principais métodos de avaliação da adaptabilidade e estabilidade fenotípica, podem ser destacados, segundo Cruz et al. (2004) e Arruda (2011), os procedimentos baseados na *Análise de variância* (ANAVA) da interação genótipos por ambientes: Método Tradicional, Plaisted e Peterson (1959), Wricke (1965); Regressão: Finlay e Wilkinson (1963) Eberhart e Russell (1966), Tai (1971), Verma, Chahal e Murty (1978), Silva e Barreto (1985) Cruz, Torres e Vencovsky (1989), Toler (1990); Métodos não paramétricos: Lin e Binns (1988), Annicchiarico (1992) e Carneiro (1998); Análise multivariada: AMMI, Método Gráfico de Nunes et al. (2002).

Aqui serão comentados apenas os métodos de Wricke (1965) e de Annicchiarico (1992), que foram foco de estudo neste trabalho. Maiores informações sobre as demais metodologias podem ser encontradas em Ramalho et al. (2012), Arruda (2011), Carneiro (2008), Porto et al. (2007) e Cruz et al. (2004).

Wricke (1965) usou a análise de variância para calcular a contribuição individual dos genótipos para a interação. O autor denominou essa estatística de "ecoalência" (W_i), que consiste na decomposição da soma de quadrados da interação genótipos por ambientes nas partes devidas a genótipos isolados. Nesta metodologia quantifica-se a contribuição relativa de cada genótipo para a interação genótipos por ambientes e identifica-se aqueles de maior estabilidade, que são os que apresentam as menores contribuições. Apresenta a vantagem de poder ser aplicado a um número restrito de ambientes, mas como desvantagem, possui o fato dos genótipos, em que pese mostrarem estabilidade, serem, em geral, menos produtivos (CRUZ et al., 2004).

Segundo Ramalho et al. (2012), é preciso considerar que existem diversos tipos de estabilidade, sendo que a denominada de tipo 1 tem sentido biológico e equivale ao genótipo que mostra desempenho constante com a variação do ambiente, mas não apresenta alta produtividade (adaptabilidade). A estabilidade do tipo 2, também denominada de "estabilidade no sentido agrônomo", que ocorre quando o genótipo acompanha o desempenho médio obtido nos ambientes, é a de maior interesse para o melhoramento genético.

A ecoalência foi utilizada por Vicente et al. (2004), Oliveira et al. (2006), Silva e Duarte (2006) e Rocha et al. (2009) na cultura da soja e conforme os autores, o método mostrou-se bastante prático para avaliar a estabilidade fenotípica. Porém, a seleção foi mais eficiente quando combinou a ecoalência com o desempenho médio dos genótipos.

Um dos questionamentos que os produtores sempre fazem quando da escolha de uma cultivar é qual o risco de sua adoção. Ou seja, se for escolhida uma dada cultivar, qual o risco da mesma produzir abaixo da média que normalmente eles obtêm com outra cultivar em uma determinada área. Essa estimativa de risco é normalmente levada em conta nas decisões da área econômica. Neste sentido Annicchiarico (1992) propôs a metodologia que estima o risco de adoção de uma cultivar em relação a qualquer uma das demais em avaliação (RAMALHO et al., 2012).

No método proposto por Annicchiarico (1992), apresentado por Cruz et al. (2004) a estabilidade é medida pela superioridade do genótipo em relação à média de cada ambiente. O método baseia-se na estimação de um índice de confiança (ou de recomendação) de um determinado genótipo mostrar comportamento superior. O

genótipo ideal, ou seja, o de menor risco de ser adotado pelos produtores deve apresentar o índice de confiança (W_i) maior ou igual a 100%. Por exemplo, um genótipo com $W_i = 110$, apresenta na pior das hipóteses, produtividade 10% superior à média do ambiente, com 75% de probabilidade com nível de significância dotado de 25%. Porém, com $W_i = 80$, este mesmo genótipo ou outro qualquer apresenta, na pior das hipóteses, produtividade de grãos 20% abaixo da média do ambiente.

Pela facilidade de compreensão e cálculo, além de não possuírem restrições quanto a menor número de ambientes, este método tem sido utilizado para avaliar a adaptabilidade e estabilidade de genótipos em várias culturas, podendo - se citar os trabalhos de Atroch (2000), Melo et al. (2005) e Silva et al. (2008) com arroz de terras altas, Vilarinho et al. (2005) e Arruda (2011) com feijão-caupi.

4. CAPÍTULO I – AVALIAÇÃO E SELEÇÃO DE GENÓTIPOS DE ARROZ IRRIGADO COM TOLERÂNCIA À HERBICIDA PARA O ESTADO DE RORAIMA

4.1 RESUMO

Com este trabalho, objetivou - se, avaliar e selecionar genótipos de arroz irrigado com tolerância à herbicidas em seis diferentes ambientes (combinação dois anos x três sistemas de manejo da água de irrigação) em várzea de Roraima. Foram conduzidos três experimentos, durante dois anos agrícolas 2010/11 e 2011/12, no período de novembro a março. Cada experimento foi composto por nove genótipos de arroz que foram avaliados no delineamento experimental de blocos ao acaso com quatro repetições. Foram avaliadas as características de floração média (50%), altura de plantas (cm), número de panículas por m², número de grãos por panícula, massa de 1000 grãos (g) e produtividade de grãos em (kg. ha⁻¹). Análises complementares de rendimento de grãos inteiros no beneficiamento e de qualidade de cocção foram também realizadas. Análises de variância individuais e conjuntas foram efetuadas considerando genótipos como fator fixo e os demais como aleatórios. Para o agrupamento das médias dos tratamentos, foi aplicado o teste de Scott e Knott, a nível de 5% de probabilidade. As médias de produtividade dos genótipos foram submetidas às análises de adaptabilidade e estabilidade pelas metodologias propostas por Annicchiarico (1992) e Wricke (1965). Concluiu - se que o genótipo AB 101053 (BRS Formoso (RB)////Cypress CL) é o mais promissor para lançamento em Roraima, por apresentar alta produtividade (8.260 kg.ha⁻¹), boa estabilidade produtiva, elevado rendimento de grãos inteiros no beneficiamento (62,1%) e grãos soltos após a cocção.

Palavras-chave: *Oryza sativa* L; Sistema Clearfield; Interação genótipo x ambiente; várzea.

CHAPTER I - EVALUATION AND SELECTION IRRIGATED RICE GENOTYPES WITH HERBICIDE TOLERANCE FOR THE STATE OF RORAIMA

4.2 ABSTRACT

This work, aimed, evaluate irrigated rice genotypes with tolerance to herbicides in six different environments (two years combined x three management systems of irrigation water) in lowland Roraima. Were conducted three experiments during two growing seasons 2010/11 and 2011/12, the period from November to March. Each experiment was composed of nine rice genotypes were evaluated in a randomized blocks with four replications. Were evaluated the characteristics of flowering medium (50%), plant height (cm), number of panicles per m², number of grains per panicle, mass 1000 grains (g) and grain yield (kg ha⁻¹). Complementary analyzes of whole grain yield in processing and cooking quality was also performed. Analysis of variance individual and joint were performed considering genotypes as fixed factor and the other as random. For the grouping treatment averages, we applied the test of Scott & Knott, at 5% probability. The average rice yields were subjected to analysis of adaptability and stability by the methods proposed by Annicchiarico (1992) and Wricke (1965). It was concluded that the genotype AB 101053 (BRS Formoso (RB) ///Cypress CL) is the most promising for launch in Roraima due to high productivity (8,260 kg ha⁻¹), good yield stability, high yield whole grains in processing (62,1%) and loose grains after cooking.

Keywords: *Oryza sativa* L.; System Clearfield; Interaction genotype x environment; Lowland.

4.3 INTRODUÇÃO

Em Roraima, o agronegócio do arroz irrigado, representa uma das poucas cadeias produtivas efetivamente estabilizadas no Estado. As lavouras são semeadas, duas vezes ao ano, sendo que, 80% são no período seco (setembro a março), em áreas de várzeas, onde é utilizada a semeadura em linhas em solo seco, via preparo convencional e/ ou cultivo mínimo, com posterior irrigação por inundação contínua, controlada por taipas construídas em curva de nível. A inundação ocorre a partir das partes mais altas, sendo a água conduzida por gravidade, mantendo-se lâmina de água com diferença de nível de 5 a 10 cm. No período chuvoso (abril a agosto), é realizada uma segunda safra, que representa cerca de 20% do total cultivado no ano, em algumas áreas de várzeas que não inundam, mas mantém os solos saturados por precipitação pluvial. Neste caso, na maioria das áreas não é realizada irrigação e o sistema denomina-se de várzea úmida (CORDEIRO; MEDEIROS, 2010).

O sistema de produção, totalmente mecanizado, é desenvolvido por 14 produtores que cultivam em média 400 a 600 hectares/ano, sendo as maiores lavouras com áreas acima de 1.000 hectares/ano. As cultivares mais utilizadas é IRGA 417, Roraima e BR IRGA 409, Puitá INTA CL, e, mais recentemente a IRGA 424.

A área colhida em 2011/12 foi de 11.000 hectares, com produção de 69.850 toneladas de arroz em casca e produtividade média de $6.350 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ (Associação dos Arrozeiros de Roraima - Informação Pessoal). Da produção obtida, 80% são exportadas para outros estados da região Norte, principalmente para o Amazonas, e o restante (20%) para abastecimento do mercado local. Segundo Braga et al. (2009) fazem parte da Cadeia Produtiva, 14 agroindústrias que comercializam 27 marcas de arroz.

Um dos problemas que mais interferem na produção de arroz é a presença de plantas daninhas, principalmente, as gramíneas que causam impacto negativo na produtividade competindo com a cultura por luz e nutrientes. Segundo Eberhart e Noldin (2005), o arroz vermelho é a planta daninha mais importante para a orizicultura irrigada, cuja competição pode causar perdas de até 55% na produtividade de grãos do arroz.

Em Roraima, o arroz vermelho está presente em todas as áreas de várzeas com produção de arroz irrigado, e como pertence à mesma espécie do arroz cultivado (*Oryza sativa* L), representa um problema, pois seu controle não pode ser realizado com herbicidas comumente usados para o controle de outras plantas daninhas, normalmente seletivos ao arroz (CORDEIRO et al., 2010b).

Uma alternativa eficaz para o controle do arroz vermelho e de outras plantas daninhas foi o desenvolvimento de genótipos de arroz tolerantes a herbicidas, do grupo químico das imidazolinonas, que possibilitam o controle do arroz- vermelho sem causar a morte do arroz comercial. A característica genética de tolerância à herbicida foi obtida, inicialmente, por mutação induzida e transferida para cultivares convencionais e híbridos pelo melhoramento genético convencional (retrocruzamentos) (STEELE et al., 2002; SOSBAI, 2012).

Esta tecnologia que é denominada de Sistema Clearfield[®] (CL) de produção e proporciona uma condição de manejo eficaz no controle seletivo de plantas daninhas em lavouras de arroz irrigado (CROUGHAN, 1998; BASF, 2004), foi desenvolvida, inicialmente com a obtenção de uma linhagem (mutante AS 3510) de arroz tolerante ao herbicida Only[®], constituído da mistura formulada dos herbicidas imazethapyr (75 g L⁻¹) e imazapic (25 g L⁻¹), e aplicado em pós-emergência da cultura e do arroz vermelho (CROUGHAN, 1998; LOPES et al., 2004; VILLA, 2006).

Posteriormente um novo gene, com espectro maior de tolerância, foi obtido e transferido para a cultivar americana de arroz irrigado Cypress CL para tolerância ao herbicida pós-emergente KIFIX[®] (imazapyr (52,5 g L⁻¹) + imazapic (17,5 g L⁻¹). A ação do herbicida e a seletividade para a cultura proporcionam uma maior eficiência no controle de plantas daninhas (RANGEL, 2007).

Os herbicidas Only[®] e KIFIX[®] apresentam elevada eficiência no controle seletivo de arroz vermelho em lavouras de arroz, propiciando níveis de controle superiores a 95% (STEELE et al., 2002; SOSBAI, 2012).

O controle de arroz- vermelho, em Roraima, está sendo efetuado com o uso de cultivares portadoras do gene para tolerância a herbicidas, como a Puitá INTA CL, que é a mais plantada pelos produtores no estado devido à boa adaptação às condições locais. Entretanto, ainda não há resultado de pesquisa local, visando à obtenção de genótipos de arroz com tolerância a herbicidas para os diferentes sistemas de cultivo de arroz irrigado em várzeas de Roraima (CORDEIRO et al., 2010b).

Quanto ao manejo de água, embora a cultura do arroz possa ser irrigada por qualquer método de irrigação existente, o sistema por inundação contínua é o mais utilizado por apresentar maior praticidade na execução, assim como, aumenta a produtividade e melhora a qualidade industrial dos grãos de arroz e favorece o controle de plantas daninhas (MEDEIROS et al., 1997). Apesar disso, Cordeiro et al. (2004) e Fagundes et al. (2007) encontraram produtividades semelhantes utilizando irrigação contínua e intermitente por inundação, e Cordeiro (2005), em ensaio de Valor de Cultivo e Uso (VCU) obtiveram, em média, maior produção em sistema de irrigação intermitente.

A seleção e recomendação de genótipos mais produtivos é o objetivo básico dos programas de melhoramento genético de qualquer espécie cultivada. O processo de seleção é frequentemente realizado avaliando-se o desempenho dos genótipos em diferentes ambientes. Por outro lado, para que se obtenha êxito na seleção é preciso considerar a existência de interação genótipos x ambiente, uma vez que, existindo interação, os melhores genótipos em um ambiente podem não sê-lo em outro ambiente distinto. Neste sentido, há a necessidade de identificar genótipos que apresentem alta produtividade e estabilidade frente às variações ambientais de cultivo (ROCHA et al., 2009). Segundo Santos (2000), o termo ambiente é designado como um termo geral que envolve uma série de condições sob as quais as plantas são cultivadas, como locais, anos, épocas de plantio, sistemas de plantio, nível de fertilizantes e densidade de plantas.

Vários métodos de análise de estabilidade são descritos na literatura e a escolha do método depende dos dados experimentais, principalmente aqueles relacionados com o número de ambientes disponíveis, da precisão requerida e do tipo de informação desejada (CRUZ; REGAZZI, 1997; CRUZ; CARNEIRO, 2003). Um dos que tem sido bastante utilizado por ser eficiente, de fácil aplicação e de pouca restrição quanto a número de ambientes, é o método de Annicchiarico (1992) que por meio de um índice de confiança estima a probabilidade de uma determinada cultivar apresentar desempenho abaixo da média do ambiente, ou seja, a confiabilidade de adoção da cultivar. Outra opção de método de fácil interpretação é o de Wricke (1965), que é baseado na análise de variância, e sua estimativa denominada de ecovalência é baseada na decomposição da soma de quadrados da interação genótipos por ambientes nas partes devidas a genótipos isolados.

O objetivo deste trabalho foi avaliar e selecionar genótipos de arroz irrigado portadores de gene para tolerância a herbicidas para o cultivo em várzea de Roraima com características agronômicas superiores as cultivares testemunhas utilizada pelos produtores locais.

4.4. MATERIAL E MÉTODOS

Foram conduzidos três experimentos, durante dois anos agrícolas (2010/11 e 2011/12) oriundos do programa de melhoramento de arroz da Embrapa Roraima, em área de várzea do Rio Branco, no município de Cantá - RR (2^o48'29"N, 60^o39'19"W e 61 m de altitude) no período de novembro a março. O clima da região, segundo Köppen, é classificado como Aw1, com precipitação média anual de 1.600 mm, onde os meses mais secos estão entre dezembro e março, com apenas 10% da precipitação anual.

A vegetação primária ocorrente na região é de savana, em solo classificado como GLEISSOLO HÁPLICO Tb distrófico (EMBRAPA, 2006). Os resultados médios das análises químicas e granulométricas das amostras de solo coletadas na área experimental, na camada de 0 a 0,2 m de profundidade, mostraram os seguintes valores: pH/H₂O = 4,6; MO = 14,2 g kg⁻¹; P = 2,3 mg dm⁻³; K = 0,15 cmol_c dm⁻³; Ca = 0,88 cmol_c dm⁻³; Mg = 0,26 cmol_c dm⁻³; Al = 1,59 cmol_c dm⁻³; argila = 32%; silte = 41%; areia = 27%.

Cada experimento foi composto por nove genótipos de arroz sendo duas cultivares testemunhas, portadores de gene para tolerância à herbicida, (Tabela 1), que foram avaliados nos seguintes ambientes, resultantes da combinação ano x sistema de manejo da água de irrigação: **A1** (2010/11 e inundação contínua até a maturação), **A2** (2010/11 e inundação intermitente até a maturação), **A3** (2010/11 e inundação intermitente até 50% de floração, seguida de inundação contínua até maturação), **A4** (2011/12 e inundação intermitente até a maturação), **A5** (2011/12 inundação intermitente até 50% de floração, seguida de irrigação contínua até a maturação), **A6** (2011/12 inundação contínua até a maturação).

Tabela 1. Relação dos genótipos de arroz irrigado com tolerância à herbicida avaliados em várzea do estado de Roraima, entre dezembro e abril dos anos agrícolas 2010/11 e 2011/12, com as respectivas genealogias e cruzamentos

Genótipo*	Genealogia	Cruzamento**
AB 101048	CNAx 13680-5-1-60-6-1	BRS Alvorada////Cypress CL
AB 101051	CNAx 13682-8-1-60-23-1	BRS Alvorada////Cypress CL
AB 101052	CNAx 13682-1-1-64-10-1	BRS Formoso (RB)////Cypress CL
AB 101053	CNAx 13682-1-1-64-12-2	BRS Formoso (RB)////Cypress CL
AB 101054	CNAx 13682-1-164-15-1	BRS Formoso (RB)////Cypress CL
AB101057	CNAx 13682-5-1-64-9-2	BRS Formoso (RB)////Cypress CL
AB 101059	CNAx 13682-6-2-64-5-1	BRS Formoso (RB)////Cypress CL
Puitá INTA CL	---	Testemunha
BRS Sinuelo CL	---	Testemunha

* AB- Arroz Brasileiro

**////- Correspondente a quatro retrocruzamentos realizados.

O delineamento experimental utilizado foi em blocos ao acaso com quatro repetições, sendo a parcela formada por quatro linhas de 5,00 m de comprimento, com espaçamento de 0,25 m entre linhas. A área útil da parcela (2,00 m²) compreendeu as duas linhas centrais da parcela, descontando-se 0,50 m de cada extremidade.

O preparo do solo foi realizado com o solo seco e consistiu de uma aração e duas gradagens niveladoras e construção de taipas. A adubação de base foi de 450 kg. ha⁻¹ da fórmula 08-28-16 + micro, com adubação em cobertura de 300 kg. ha⁻¹ de ureia (45% de N) aplicada em duas doses de 150 kg ha⁻¹ no início do perfilhamento (15 dias após a emergência) e na diferenciação do primórdio floral (45 dias após a emergência). A semeadura foi em linhas com a densidade de 100 sementes viáveis por metro linear.

Para o controle das plantas daninhas na área experimental, com predominância de capim arroz (*Echinochloa* spp.) e angiquinho (*Aeschynomene* spp.), mas também com a presença de arroz vermelho (*Oryza sativa*), foi utilizado o herbicida Only[®], na dosagem de 1,0 L ha⁻¹, aplicado aos 10 dias após a emergência do arroz, quando as plantas daninhas encontravam-se no estágio de três a quatro folhas.

Os experimentos foram irrigados através de banhos intermitentes no período compreendido entre a semeadura e o perfilhamento, a partir deste estágio foram aplicados os manejos de água descritos acima, constituindo os ambientes de teste. Os sistemas de cultivo com irrigação por inundação contínua foram mantidos com uma lâmina de água, variando de 5 a 10 cm de profundidade, controlada diariamente. Nos sistemas de inundação intermitente a irrigação ocorreu em média de 3 a 4 dias, mantendo o solo sempre entre a saturação e a capacidade de campo. No sistema misto, a combinação dos dois sistemas.

Foram avaliadas as seguintes características: floração média (50%) (FLOR), altura média de plantas (cm) (ALT); número de panículas por m² (NPA); número de grãos por panícula (NGP); massa de 1000 grãos (g) (M1000) e produtividade de grãos em casca (kg ha⁻¹) (PROD). A coleta dos dados foi efetuada de acordo com a metodologia preconizada no Standard Evaluation System For Rice (IRRI, 1996). Análises complementares de rendimento de grãos inteiros no beneficiamento e de cocção de todos os genótipos foram realizadas no Laboratório de Qualidade de Grãos da Embrapa Arroz e Feijão com o objetivo de apoiar o poder de decisão de seleção ou eliminação de determinado genótipo, selecionado previamente pela produtividade de grãos.

Os dados coletados foram submetidos a teste de normalidade (Lilliefors) e homogeneidade de variâncias (relação entre o maior e o menor quadrado médio residual inferior a 7:1) e realizadas as análises de variância individuais e conjuntas, considerando no modelo estatístico genótipos como fatores fixos e demais como aleatórios. Para a comparação das estimativas das médias dos tratamentos, foi aplicado o teste de Scott & Knott, em nível de 5% de probabilidade.

Posteriormente, as médias de produtividade de grãos dos genótipos foram submetidas às análises de estabilidade pelas seguintes metodologias:

Método de Annicchiarico (1992): estima o índice de confiança W_i (índice de uma determinada cultivar apresentar desempenho abaixo da média do ambiente) que é calculado segundo Cruz e Carneiro (2003) pelo seguinte modelo estatístico.

$$W_i = \mu_i - Z_{(i-\alpha)} \sigma_{zi}$$

Onde: W_i : índice de confiança (%); μ_i : é a media percentual dos genótipos; $Z_{(i-\alpha)}$: é o percentil da função de distribuição normal padrão, em que o coeficiente de confiança ou significância adotado foi de 75%, isto é $\alpha = 0,25$. σ_{zi} : é o desvio padrão dos valores percentuais de Z associados ao i-ésimo genótipo.

A cultivar ideal, ou seja, o de menor risco de ser adotado pelos produtores deve apresentar os maiores índices de confiança.

Método de Wricke (1965): denominado de Ecovalência, que conforme Cruz et al. (2004), é estimada por meio da partição da soma de quadrados da interação genótipos por ambientes (GE), para verificar a contribuição de cada genótipo para a interação total. A partição da soma de quadrados da GE é estimada de acordo com a equação a seguir:

$$\omega_i = \sum_{j=1}^n (ge)_{ij}^2$$

Sendo a GE estimado de acordo com a equação a seguir:

$$GE = \sum_{j=1}^n (Y_{ij} - \bar{Y}_i - \bar{Y}_j + \bar{Y})^2$$

Em que Y_{ij} é a média do genótipo i no ambiente j ; \bar{Y}_i é a média do genótipo i ; \bar{Y}_j é a média do ambiente j ; \bar{Y} é a média geral; n é o número de ambientes.

O somatório dos ω_i corresponde ao valor da soma de quadrados da GE. Dessa forma, foi possível calcular a porcentagem da GE devida a cada genótipo (ω_i %), dada por:

$$\omega_i \% = (\omega_i / \sum_i \omega_i) \times 100$$

Quanto menores os valores de ω_i % mais estáveis serão os genótipos.

Todas as análises foram realizadas com o auxílio do programa computacional Genes (CRUZ, 2001).

4.5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resumos das análises de variância conjuntas para as características floração (FLO), altura da planta (ALT), número de panículas por metro (NPA), número de grãos cheios por panícula (NGC), massa de 1000 grãos (M 1000) e produtividade de grãos (PROD), são encontrados na Tabela 2. Verifica-se, de um modo geral, que ocorreram diferenças altamente significativas ($P \leq 0,01$) para todas as fontes de variação, exceto para a fonte de variação da interação genótipo x ambiente para a característica NPA. Os valores dos coeficientes de variação experimental foram de um modo geral, baixos, indicando boa precisão experimental.

Tabela 2. Resumo das análises de variância conjuntas para as características floração (FLOR), altura da planta (ALT), número de panículas por metro (NPA), número de grãos cheios por panícula (NGC), massa de 1000 grãos (M1000) e produtividade de grãos (PROD), referentes à avaliação de nove genótipos de arroz irrigado com tolerância à herbicida em seis ambientes em área de várzea de Roraima, nos anos agrícolas 2010/11 e 2011/12

FV	GL	Quadrado médio					
		FLOR	ALT	NPA	NGP	M 1000	PROD
Bloco/Ambiente	18	4,93	15,92	374,22	152,45	1,30	486141,76
Ambiente (A)	5	93,85**	167,02**	2797,85**	6498,70**	7,56**	2580402,74**
Genótipos (G)	8	624,77**	702,32**	4463,16**	4887,75**	24,61**	14247224,00**
Interação G x A	40	10,78**	49,34**	300,37 ^{N.S}	283,03**	1,56**	1301816,94**
Erro médio	144	2,20	14,58	314,60	68,59	0,89	254371,07
Total	215	-	-	-	-	-	-
Média	-	71,00	91,00	114,62	78,00	26,30	7.180
CV(%)	-	2,09	4,20	15,47	10,62	3,60	7,02

^{ns} - não significativo; ** significativo a 1% de probabilidade pelo teste F.

Devido à ocorrência das interações já mencionadas, a apresentação e comparação dos resultados do desempenho dos genótipos, para todas as características com exceção para número de panículas por m², serão efetuadas por ambiente de teste.

Floração média (50%)

Quanto ao número de dias para a floração média (dias da germinação até 50% das plantas em floração na parcela), observa-se, na Tabela 3, que o genótipo mais tardio foi o AB 101051, com variação de 78 a 83 dias para a floração, diferindo significativamente dos demais, com exceção para o genótipo AB 101048, onde só houve diferença significativa nos ambientes A1 e A3. Por outro lado, a cultivar testemunha BRS Sinuelo CL foi significativamente o genótipo mais precoce, onde o número de dias para a floração média variou 64 a 66 dias. A outra cultivar testemunha Puitá INTA CL apresentou floração média variando de 69 a 72 dias, ou seja, na mesma faixa dos demais genótipos avaliados que foi de 67 a 79 dias para a floração média.

Tabela 3. Floração média (50%, em dias) referente à avaliação de nove genótipos de arroz irrigado com tolerância à herbicida em seis ambientes em área de várzea de Roraima, nos anos agrícolas 2010/11 e 2011/12

Genótipo	Ambiente						Media
	A1	A2	A3	A4	A5	A6	
AB 101048	79 b A	79 a A	79 b A	78 a A	78 a A	77 a A	78,33
AB 101051	83 a A	80 a C	81 a B	79 a C	78 a C	78 a C	79,83
AB 101052	67 f B	69 d A	70 e A	65 d C	66 c B	64 d C	66,83
AB 101053	70 e A	69 d B	71 e A	66 c B	69 c B	64 d C	68,17
AB 101054	72 d A	71 c A	72 d A	70 b B	71 b A	69 b B	70,83
AB 101057	68 f A	70 d A	70 e A	66 d B	66 d B	62 e C	67,00
AB 101059	74 c B	76 b A	76 c A	71 b C	72 b C	65 d D	72,33
Puitá Inta	71 d A	71 c A	71 e A	72 b A	71 b A	69 b B	70,83
BRS Sinuelo	64 g B	65e A	64 f B	65 d B	66 d A	66 c A	65,00
Media	72,00	72,22	72,67	70,22	70,78	68,22	71,02
CV(%)	1,58	1,93	2,06	2,61	2,28	1,96	-

Médias seguidas da mesma letra minúscula, na coluna, e maiúscula, na linha, pertencem ao mesmo grupo, a 5% de probabilidade pelo teste de Scott & Knott. **A1** (2010/11 e irrigação por inundação contínua até a maturação), **A2** (2010/11 e irrigação intermitente até a maturação), **A3** (2010/11 e irrigação intermitente até o início da floração, seguida de irrigação por inundação contínua até maturação), **A4** (2011/12 e irrigação intermitente até a maturação), **A5** (2011/12 irrigação intermitente até o início da floração, seguida de irrigação por inundação contínua até a maturação), **A6** (2011/12 irrigação por inundação contínua até a maturação).

Cordeiro (2005) e Cordeiro et al. (2010) também avaliando diferentes genótipos de arroz irrigado em diferentes sistemas de manejo de água em várzea de Roraima, verificaram que de modo geral, os genótipos apresentaram ciclo mais tardio, quando manejados com inundação intermitente, resultado semelhante ao encontrado neste trabalho, onde os genótipos foram mais tardios nos ambientes A2, A3, A4 e A5, que foram manejados ou com inundação intermitente ou combinação de intermitente até 50% da floração seguido de inundação contínua até a floração (Tabela 3).

Segundo Gomes et al. (1999), a manutenção de lâmina de água sobre a superfície do solo, condição normalmente observada em culturas de arroz irrigado por inundação contínua, exerce uma série de influências, tanto nas plantas de arroz como no solo. Estes efeitos estão relacionados, entre outros, a aspectos fisiológicos das plantas, bem como ao controle de plantas daninhas e algumas pragas e doenças. No presente trabalho as plantas daninhas foram controladas pela aplicação de herbicida nos genótipos tolerantes, mas, a irrigação intermitente pode

ter favorecido uma maior competição das plantas de arroz com as plantas daninhas. Outro aspecto que deve ser considerado é a ação física da lâmina de água como termorregulador, ou seja, na presença de estresse a planta completa seu ciclo mais tarde (STONE et al., 1990).

Considerando-se que o ciclo da planta é completado, em média, 30 a 35 dias após a floração média, verifica-se ainda que, a floração mais tardia foi com 83 dias e terá ciclo de 113 a 118 dias, ou seja, compatível para as condições de Roraima, corroborando com os resultados encontrados por Cordeiro e Medeiros (2010) e Cordeiro et al. (2010), que na avaliação de cultivares de arroz irrigado recomendadas para Roraima verificaram que o ciclo das plantas variou de 105 a 113 dias. Depreende-se, assim, que em termos de floração, os genótipos de arroz irrigado com tolerância à herbicida avaliados neste trabalho apresentam-se sem restrição com relação à adaptação do ciclo da planta às condições locais.

Altura de planta

Na Tabela 4, estão os dados referentes às médias dos genótipos de arroz irrigado com tolerância à herbicida, para os seis ambientes, para a característica altura de planta.

Tabela 4. Altura de planta (cm) referente à avaliação de nove genótipos de arroz irrigado com tolerância à herbicida em seis ambientes em área de várzea de Roraima, nos anos agrícolas 2010/11 e 2011/12

Genótipo	Ambiente						Media
	A1	A2	A3	A4	A5	A6	
AB 101048	101 a B	104 a A	96 b C	101 a B	102 a B	103 a A	101,17
AB 101051	95 b A	94 c A	89 d B	94 b A	94 b A	96 b A	93,67
AB 101052	89 d B	85 e C	88 d B	90 c B	89 d B	92 c A	88,83
AB 101053	86 e B	86 e B	88 d A	90 c A	88 d A	90 c A	88,00
AB 101054	92 c B	89 d C	91 c B	92 b B	92 c B	96 b A	92,00
AB 101057	85 e B	82 f B	87 d A	88 c A	87 d A	90 c A	86,50
AB 101059	88 d B	83 f C	81 e C	89 c B	90 d A	91 c A	87,00
Puitá INTA CL	101 a B	100 b A	100 a A	94 b B	94 b B	94 b A	97,17
BRS Sinuelo CL	80 f A	76 g D	77 f D	92 b B	92 c B	95 b A	85,33
Media	90,78	88,78	88,56	92,22	92,00	94,11	91,07
CV(%)	3,36	4,37	6,55	3,85	2,80	3,45	-

Médias seguidas da mesma letra minúscula, na coluna, e maiúscula, na linha, pertencem ao mesmo grupo, a 5% de probabilidade pelo teste de Scott & Knott. **A1** (2010/11 e irrigação por inundação contínua até a maturação), **A2** (2010/11 e irrigação intermitente até a maturação), **A3** (2010/11 e irrigação intermitente até o início da floração, seguida de irrigação por inundação contínua até maturação), **A4** (2011/12 e irrigação intermitente até a maturação), **A5** (2011/12 irrigação intermitente até o início da floração, seguida de irrigação por inundação contínua até a maturação), **A6** (2011/12 irrigação por inundação contínua até a maturação).

A altura média de todos os genótipos, considerando todos os seis ambientes foi de 91,07 cm, com amplitude de 85,33 a 101,17 cm. Comparando-se as médias obtidas em cada ambiente, verifica-se que o A6 (2011/12- inundação contínua) foi o que apresentou a maior média (94,11 cm). Da mesma forma, observou-se que no A1 (2010/11- irrigação contínua) quando comparado aos ambientes A2 e A3, também apresentou maior média para altura de planta (90,78 cm). Isto demonstra que em ambientes com irrigação por inundação contínua, as plantas foram mais altas, sem que isto tenha implicado em acamamento.

Na média dos seis ambientes, o genótipo mais alto foi AB 101048 (101,17 cm) e a cultivar testemunha Puitá INTA CL (97,17 cm). Esses dois genótipos, inclusive, foram praticamente sempre os mais altos para cada ambiente separadamente (Tabela 4).

Quanto aos genótipos de menor altura, sobressaiu-se a testemunha BRS Sinuelo CL, que apresentou variação significativa na altura de planta entre os ambientes, apresentando médias muito baixas nos ambientes A2 e A3, 76 e 77 cm, respectivamente, abaixo do que recomenda Fagundes et al. (2007) para o arroz irrigado de que a altura ideal deve ser entre 80 e 90 cm. Ressalta-se, entretanto, que nos demais ambientes a altura ficou dentro da faixa adequada (Tabela 4).

Mesmo com variações dentro e entre ambientes, a altura da planta para todos os genótipos avaliados mostrou-se adequada para as condições da cultura do arroz irrigado, indicando que esta característica foi pouco variável em função das variações dos ambientes. Segundo Castro et al. (2005), em programas de melhoramento genético de arroz, um dos objetivos é a resistência ao acamamento e resposta à adubação, o que implica na seleção de linhagens com baixa altura de planta (85 a 100 cm). As cultivares de arroz irrigado BRS Jaçanã e BRS Tropical, lançadas para Roraima por Cordeiro e Medeiros (2010), enquadram-se nessa premissa.

Alguns trabalhos tem mostrado que herbicidas do grupo químico das Imidazolinonas causam toxicidade no desenvolvimento inicial de cultivares de arroz (LEITES et al., 2001; FLECK et al., 2004). No entanto, pelos resultados obtidos neste trabalho, verificou-se que isto não ocorreu, pois, os genótipos avaliados, portadores do gene que confere tolerância ao herbicida apresentaram médias semelhantes para altura de planta a cultivares comerciais usadas no Estado.

Número de panículas por m² (NPA) e Número de Grãos por panícula (NGP)

De acordo com os resultados da Tabela 2, não foi detectada interação significativa à fonte de variação genótipo x ambiente para a característica NPA razão pela qual os resultados são apresentados com base na média de todos os ambientes. Por outro lado, houve efeito significativo para a interação genótipo x ambiente para a característica NGP. Como houve correlação fenotípica negativa significativa (-0,83**) entre as duas características (dados não apresentados), optou-se por fazer a descrição dos resultados e a discussão considerando as duas em conjunto, cujas médias estão apresentadas na Tabela 5.

Tabela 5. Número de panículas por m² (NPA) e dados do número de grãos por panícula (NGP), referentes à avaliação de nove genótipos de arroz irrigado com tolerância à herbicida em seis ambientes em área de várzea de Roraima, nos anos agrícolas 2010/11 e 2011/12

Genótipo	Número de grãos por panícula (NGP)						Média	NPA
	A1	A2	A3	A4	A5	A6		
AB 101048	58 c D	55 c D	72 c C	87 d B	84 d B	93 d A	74,83	452 c
AB 101051	51 d D	50 d D	51 e D	75 e B	67 f C	84 e A	63,00	484 b
AB 101052	81 a E	86 a D	78 d E	92 c C	100 b B	108 b A	90,83	444 c
AB 101053	79 a B	74 b C	80 b B	86 d A	81 d B	91 d A	81,83	484 b
AB 101054	76 a C	88 a B	70 c C	100 b A	92 c B	101 c A	87,83	444 c
AB 101057	70 b C	57 c D	58 d D	83 d A	75 e B	68 f A	68,50	540 a
AB 101059	56 c B	57 c B	50 e B	70 e A	66 f A	64 f A	60,50	496 b
PuitaINTA CL	73 b C	74 b C	85 a B	129 a A	127 a A	127 a A	102,50	340 d
BRS Sinuelo CL	69 b C	55 c E	63 d D	94 d B	90 c B	101 c A	78,33	448 c
Média	68,11	66,00	67,44	90,67	86,89	93,00	78,69	459
CV (%)	9,61	10,16	12,25	8,25	11,95	10,26	--	15,47

Médias seguidas da mesma letra minúscula, na coluna, e maiúscula, na linha, pertencem ao mesmo grupo, a 5% de probabilidade pelo teste de Scott & Knott. **A1** (2010/11 e irrigação por inundação contínua até a maturação), **A2** (2010/11 e irrigação intermitente até a maturação), **A3** (2010/11 e irrigação intermitente até o início da floração, seguida de irrigação por inundação contínua até maturação), **A4** (2011/12 e irrigação intermitente até a maturação), **A5** (2011/12 irrigação intermitente até o início da floração, seguida de irrigação por inundação contínua até a maturação), **A6** (2011/12 irrigação por inundação contínua até a maturação).

Analisando-se os dados da Tabela 5 verifica-se, que, em média, os genótipos que apresentaram maior NPA obtiveram menor NGP, o que corrobora com o valor encontrado para o coeficiente de correlação supracitado. Assim, o genótipo AB 101057 foi o que apresentou o maior NPA (540) diferindo significativamente de todos os demais, mas também apresentou um dos menores NGP (69). Já o genótipo Puitá INTA CL (testemunha) que foi o que apresentou o menor NPA (340), apresentou o maior NGP (102). Santos et al. (1999) avaliando arroz irrigado sob diferentes manejos de lâmina de água e doses de K₂O, também verificaram que quanto maior o número de panículas por m², menor foi o número de grãos por panícula. A provável explicação é que o efeito competitivo de um maior número de colmos faz com que as plantas emitam panículas de menor tamanho e conseqüentemente com menor número de grãos (MEDEIROS et al. 1997).

Barberena et al. (2011), avaliando o desenvolvimento e produtividade do arroz irrigado (cultivar Roraima) a diferentes doses de fósforo e potássio em várzea de Roraima, obtiveram número de panículas por m² variando de 339 a 466. Neste

trabalho, o NPA variou de 340 a 540, resultado próximo ao intervalo encontrado por esses autores, evidenciando que os genótipos portadores de gene com tolerância à herbicida apresentam perfilhamento semelhante a genótipos convencionais.

Por outro lado, analisando-se o desempenho dos genótipos em cada ambiente com relação ao NGP, verifica-se que nos ambientes A1 e A6, onde foi utilizada a irrigação contínua, em média, o NGP foi maior (68 e 93, respectivamente). Entretanto, considerando-se cada ambiente, verifica-se a ocorrência de variabilidade genética entre os genótipos avaliados, onde em vários casos alguns apresentam comportamentos semelhantes nos diferentes ambientes, ou seja, não houve diferenças significativas entre as médias nos diferentes ambientes. Em média, o NGP variou de 60,50 a 102,50, com predominância entre 70 a 80 grãos por panícula. Cultivares comerciais de arroz irrigado com grãos de classe longo-fino (agulhinhas) apresentam de um modo geral, panículas com 60 a 70 grãos (PLANETA ARROZ, 2013).

Dos genótipos avaliados neste trabalho destacaram-se com relação à NGP em relação ao genótipo testemunha Puitá INTA CL, os genótipos AB 101052, AB 101053 e AB 101054 (Tabela 5).

Massa de 1000 grãos

As médias da massa de 1000 grãos (gramas) dos nove genótipos de arroz irrigado portadores de gene com tolerância à herbicida, referentes aos experimentos conduzidos nos ambientes A1, A2, A3, A4, A5 e A6 são apresentados na Tabela 6.

Tabela 6. Massa de 1000 grãos (M1000) referentes à avaliação de nove genótipos de arroz irrigado com tolerância à herbicida em seis ambientes em área de várzea de Roraima, nos anos agrícolas 2010/11 e 2011/12

Genótipo	Ambiente						Média
	A1	A2	A3	A4	A5	A6	
AB 101048	26,00 a B	26,75 b A	25,82 b B	26,02 a B	27,40 a A	25,92 b B	26,32
AB 101051	24,25 b A	25,00 d A	24,50 c A	24,75 b A	25,20 c A	29,85 c A	25,59
AB 101052	25,50 a B	25,25 d B	26,25 b A	25,22 b B	25,30 c B	26,47 b A	25,67
AB 101053	26,50 a B	27,00 b B	28,25 a A	26,75 a B	27,40 a B	28,42 a A	27,39
AB 101054	26,25 a B	26,00 c B	28,00 a A	26,17 a B	26,57 b B	28,17 a A	26,86
AB 101057	26,25 a B	28,25 a A	28,25 a A	26,57 a B	25,70 c B	28,30 a A	27,22
AB 101059	26,50 a B	27,25 b B	28,25 a A	26,92 a B	27,50 a B	28,50 a A	27,49
Puitá Inta	24,50 b B	25,25 d A	25,25 b A	25,22 b A	24,40 d B	25,77 b A	25,07
BRS Sinuelo	25,00 b B	25,75 c B	25,50 b B	26,75 a A	26,37 b A	26,00 b A	25,90
Média	25,64	26,28	26,67	26,04	26,20	27,49	26,39
CV(%)	3,24	2,63	2,80	4,07	3,16	5,02	—

Médias seguidas da mesma letra minúscula, na coluna, e maiúscula, na linha, pertencem ao mesmo grupo, a 5% de probabilidade pelo teste de Scott & Knott. **A1** (2010/11 e irrigação por inundação contínua até a maturação), **A2** (2010/11 e irrigação intermitente até a maturação), **A3** (2010/11 e irrigação intermitente até o início da floração, seguida de irrigação por inundação contínua até a maturação), **A4** (2011/12 e irrigação intermitente até a maturação), **A5** (2011/12 irrigação intermitente até o início da floração, seguida de irrigação por inundação contínua até a maturação), **A6** (2011/12 irrigação por inundação contínua até a maturação).

Os resultados relativos ao efeito dos ambientes na massa de 1000 grãos foram variáveis, situando-se, em média, entre 25,64 a 27,49 gramas. As massas de 1000 grãos de maior peso foram dos genótipos AB 101059 (27,49 g), AB 101053 (27,39 g) e AB 101057 (27,22 g). Os genótipos testemunhas Puitá INTA CL e BRS Sinuelo CL apresentaram aproximadamente, em média, 25 e 26 gramas.

A maioria dos genótipos de arroz irrigado portadores de gene para tolerância à herbicida, considerando cada ambiente de avaliação, apresentaram massas de 1000 grãos mais pesadas (26 a 29 gramas) e diferentes significativamente dos genótipos testemunhas, mas com muita similaridade entre os mesmos (Tabela 6). Resultado semelhante foi encontrado por Weber et al. (2003) que avaliando

diferentes cultivares de arroz irrigado, em diferentes sistemas de cultivo, obtiveram as médias de 26,5 e 27,0 gramas para a massa de mil grãos, respectivamente.

Já Barberena et al. (2011), avaliando o desenvolvimento e produtividade do arroz irrigado (cultivar Roraima) a diferentes doses de fósforo e potássio em várzea de Roraima, verificaram que a massa de 1000 grãos, mesmo com altos níveis de fósforo e potássio, situou-se na faixa de 25 a 26 gramas.

O genótipo AB 101051 foi o único a apresentar massa de 1000 grãos sem diferenças significativas entre os ambientes. Os demais apresentaram pequena variação entre os ambientes e com maiores valores no ambiente A6, cuja irrigação foi por inundação contínua (Tabela 6).

Depreende-se, assim, que a massa de 1000 grãos foi pouco influenciada pelos diferentes ambientes em que os genótipos de arroz irrigado com tolerância à herbicida foram avaliados, apresentando valores que se enquadram dentro do padrão da classe de grãos longo e fino (tipo agulhinha), que é a preferida do mercado brasileiro.

Produtividade de grãos

Produtividade e qualidade de grãos

Na Tabela 7 estão contidos os dados de produtividade de grãos dos nove genótipos de arroz irrigado com tolerância à herbicida avaliado nos seis ambientes e resultados quanto ao rendimento de grãos inteiros e de cocção após o beneficiamento.

Tabela 7. Produtividade de grãos em kg ha⁻¹ em seis ambientes em área de várzea de Roraima, nos anos agrícolas 2010/11 e 2011/12 e médias de rendimento de grãos inteiros e comportamento na cocção referentes à avaliação de nove genótipos de arroz irrigado com tolerância à herbicida

Genótipo	Ambiente (Produtividade kg ha ⁻¹)						RI (%) ¹	CC ²
	A1	A2	A3	A4	A5	A6		
AB 101048	7963 bA	7232 cB	7431 cB	7931 bA	7250 bB	7338 bB	52,3	LS
AB 101051	7075 cA	6588 dB	6394 dB	7262 dA	6725 cB	6394 dB	59,7	LS
AB 101052	8594 aA	6806 dB	8025 bB	7550 cC	7469 bC	8062 aB	67,5	S
AB 101053	8694 aA	8356 aA	8500 aA	8494 aA	7515 bC	7999 aB	62,1	S
AB 101054	8013 bA	7058 cB	7300 cB	7562 cB	7578 bB	7387 bB	65,8	LS
AB 101057	8706 aA	6706 dD	8175 bB	8269 aB	7856 aC	7837 bB	59,8	LS
AB 101059	5888 dC	5531 eD	6194 eB	7131 dA	6344 dB	6940 cA	56,2	LS
PuitáINTA CL	6966 cB	7559 bA	7561 cA	5719 fC	5044 eD	5922 eC	64,0	S
BRS Sinuelo CL	5511 eC	5298 eC	6008 eB	6620 eA	6719 cA	6710 cA	61,0	LS
Média	7490	6793	7287	7393	6944	6843	--	--
CV (%)	6,37	7,66	5,87	6,89	8,04	7,27	--	--

Médias seguidas da mesma letra minúscula, na coluna, e maiúscula, na linha, pertencem ao mesmo grupo, a 5% de probabilidade pelo teste de Scott & Knott. **A1** (2010/11 e irrigação por inundação contínua até a maturação), **A2** (2010/11 e irrigação intermitente até a maturação), **A3** (2010/11 e irrigação intermitente até o início da floração, seguida de irrigação por inundação contínua até maturação), **A4** (2011/12 e irrigação intermitente até a maturação), **A5** (2011/12 irrigação intermitente até o início da floração, seguida de irrigação por inundação contínua até a maturação), **A6** (2011/12 irrigação por inundação contínua até a maturação). ¹ Rendimento de grãos inteiros no beneficiamento ² Comportamento na cocção aos 30 dias após a colheita: S- solto; LS- ligeiramente solto.

Verifica-se que a produtividade média, considerando os seis ambientes foram de 7.181kg. ha⁻¹. Os genótipos que apresentaram as melhores produtividades, independente dos ambientes, foram o AB 101053 (8.260 kg. ha⁻¹), AB 101054 (7.983 kg. ha⁻¹) e AB 101057 (7.925kg. ha⁻¹), valores superiores às medias obtidas pelos genótipos testemunhas Puitá INTA CL (6.462 kg. ha⁻¹) e BRS Sinuelo CL (6.144 kg. ha⁻¹) (Tabela 8).

Analisando-se a produtividade média obtida por cada genótipo em cada ambiente (Tabela 7), constata-se, que o genótipo AB 101053 foi superior a todos os outros genótipos nos ambientes A2 (8.356 kg. ha⁻¹), A3 (8.500 kg. ha⁻¹) e A4 (8.494 kg. ha⁻¹), e semelhante aos genótipos AB101052 e AB101057 nos ambientes A6 e A1, mostrando-se como promissor para lançamento para Roraima. Apenas no ambiente A5 foi inferior significativamente ao genótipo AB 101057, mas semelhante aos genótipos AB 101048, AB 101052 e AB 101054, com produtividade de 7.515 kg. ha⁻¹.

Esses resultados foram semelhantes aos encontrados por Sá (2010), quando avaliou, além desses, outros genótipos de arroz irrigado com tolerância à herbicida em várzea de Roraima e superiores ao encontrado por Cordeiro et al., (2010b), que avaliando genótipos de arroz irrigado possuidores de gene para tolerância a herbicida obtiveram produtividade média de 6.920 kg. ha⁻¹.

Por outro lado, Rangel (2007) verificou produtividades de grãos similares entre cultivares portadoras de gene que confere tolerância à herbicida e cultivares testemunhas não portadoras do gene. Exemplos são apresentados por Cordeiro et al. (2010a), que avaliando novas linhagens de arroz em quatro sistemas de cultivo em várzea de Roraima, obtiveram produtividades médias nos sistemas, variando de 7.500 a 8.600 kg. ha⁻¹, e, Fagundes et al. (2007), avaliando nove cultivares convencionais de arroz irrigado, em seis ambientes, obtiveram produtividades médias variando entre 6.619 kg. ha⁻¹ a 10.100 kg. ha⁻¹.

Com relação ao rendimento de grãos inteiros no beneficiamento e o aspecto dos grãos após cocção (Tabela 7), verifica-se que os genótipos AB 101052, AB 101053 e AB 101054 médias de 67,5, 62,0 e 65,8%, respectivamente, semelhante aos genótipos testemunhas Puitá INTA CL (64 %) e BRS Sinuelo CL (61%). Essa característica é importante já que Cordeiro et al. (2010a) afirmam que em Roraima todas as cultivares convencionais de arroz irrigado recomendadas possuem rendimento de grãos inteiros na faixa dos 60%.

O amido constitui 90% do peso seco do arroz beneficiado e é composto de duas frações: amilose e amilopectina. A razão amilose/amilopectina do amido está diretamente relacionada com o volume de expansão, absorção de água e resistência à desintegração do arroz durante o cozimento. Para seleção, considera-se para o arroz irrigado, o genótipo ideal aquele que apresenta teor de amilose alto (> 27%), cujos grãos tornam-se soltos ou ligeiramente soltos após o cozimento, com boa expansão de volume, característica fundamental, segundo Cordeiro e Medeiros (2010) para o mercado brasileiro.

A qualidade culinária dos grãos de arroz é uma característica que depende basicamente da cultivar e é função das propriedades físico-químicas do grão, sendo, portanto, pouca influenciada pelo ambiente. Entretanto, a maturação pós-colheita, decorrente das alterações que ocorrem nessas propriedades dos grãos armazenados influencia a qualidade culinária do arroz, tornando os grãos mais secos e soltos após o cozimento (FONSECA et al., 2005). O tempo necessário para

a maturação pós-colheita difere entre as cultivares. Quanto menor o tempo, melhor será, pois, o produto poderá ser colocado no mercado mais cedo.

Neste trabalho, todos os genótipos mostraram-se dentro do padrão desejado, ou seja, aos 30 dias após a colheita, quando beneficiados já se mostraram soltos ou ligeiramente soltos (Tabela 7) não sendo assim, fator de preocupação na seleção.

Adaptabilidade e Estabilidade Produtiva

Na análise de variância conjunta (Tabela 2) houve efeito significativo para a fonte de variação interação genótipo x ambiente para a característica produtividade de grãos, revelando que a classificação dos genótipos não foi coincidente nos seis ambientes avaliados. Portanto, é importante também verificar se esses genótipos apresentam estabilidade fenotípica frente às diferentes sistemas de cultivo de arroz, porque se busca no lançamento de novas cultivares de arroz irrigado, indicar genótipos com ampla adaptação e estabilidade a uma determinada macrorregião, o que facilita em termos práticos a produção e comercialização de sementes.

Na Tabela 8 estão os resultados obtidos com as análises de estabilidade fenotípica para produtividade de grãos pelo método de Annicchiarico (1992) dos nove genótipos de arroz irrigado com tolerância à herbicida, avaliados em seis ambientes de Roraima, no ano agrícola 2010/11 e 2011/12.

Tabela 8. Médias gerais (MG) em ambientes favoráveis (MF) e desfavoráveis (MD) e estabilidade fenotípica geral (WiG), em ambientes favoráveis (WiF) e desfavoráveis (WiD) pelo método de Annicchiarico (1992) de nove genótipos de arroz irrigado com tolerância à herbicida avaliados em seis ambientes de várzea em Roraima, nos anos agrícolas 2010/11 e 2011/12

Genótipo	Parâmetros					
	MG	WiG	MF	WiF	MD	WiD
AB 101048	7424	104,16	7775	104,41	7273	103,79
AB 101051	6739	92,67	6910	92,02	6568	93,07
AB 101052	7751	106,27	8062	107,25	7446	105,02
AB 101053	8260	113,68	8562	115,62	7957	112,11
AB 101054	7983	103,34	7625	102,19	7341	104,41
AB 101057	7925	108,56	8383	112,75	7466	104,98
AB 101059	6338	86,14	6404	84,21	6272	87,70
PuitáINTA CL	6462	85,91	6749	87,74	6175	83,32
BRSSinuelo CL	6144	83,14	6046	79,67	6242	86,67
Médias	7181	-	7390	-	6971	-

O método de Annicchiarico (1992) utiliza o índice de confiança da performance de um determinado genótipo com relação à média do ambiente. Este método, como comentado anteriormente, estima a probabilidade de um determinado genótipo apresentar desempenho abaixo da média do ambiente. Neste sentido, quatro genótipos apresentaram índice de confiança superior a 100%, considerados assim, como os de menores riscos de serem adotados pelos produtores. Entre eles, destaca-se, mais uma vez o genótipo AB 101053, o qual apresentou os maiores valores de índice de confiança (Wi) acima de 100%, tanto na análise geral (todos os ambientes) quanto nas análises para ambientes favoráveis e desfavoráveis, sendo, portanto, de menor risco para adoção pelos produtores locais, comparados aos demais (Tabela 8).

Os genótipos AB 101048, AB 101052, AB 101054 e AB 101057, também apresentaram produtividades de grãos superiores à média ambiental, nos análises gerais e para ambientes favoráveis e desfavoráveis, na pior das hipóteses. Os piores desempenhos foram obtidos pelos genótipos testemunhas Puitá INTA CL e BRS Sinuelo CL, que apresentaram produtividade média de grãos sempre abaixo da média ambiental, mostrando riscos para uso em diferentes ambientes pelos

produtores. Vários trabalhos utilizaram esse método para avaliar a adaptabilidade e estabilidade de genótipos, podendo-se citar os Atroch (2000), Melo et al. (2005) e Silva et al. (2008) com arroz, Grunvald et al. (2009) com girassol, Pereira et al. (2009) com feijão e Arruda (2011) com feijão-caupi.

Outro método que avalia a estabilidade fenotípica é o de Wricke (1965), denominado por ecovalência, que calcula a contribuição individual dos genótipos para a interação decompondo a soma de quadrados da interação genótipos por ambientes, nas partes devidas a genótipos isolados, de forma que quanto menor a contribuição de um genótipo maior a sua estabilidade.

Na Tabela 9 estão os resultados obtidos com as análises de estabilidade fenotípica para produtividade de grãos pelo método de Wricke (1965) dos nove genótipos de arroz irrigado com tolerância à herbicida, avaliados em seis ambientes nos anos agrícolas 2010/11 e 2011/12.

Tabela 9. Médias gerais (MG) e estabilidade fenotípica por ecovalência (Wi) (método de Wricke, 1965, apresentado por Cruz et al., 2003) de nove genótipos de arroz irrigado com tolerância à herbicida avaliados em seis ambientes de várzea em Roraima, nos anos agrícolas 2010/11 e 2011/12

Genótipo	W i	CR (%)	Média (kg ha ⁻¹)
AB 101048	554147,97	1,06	7424
AB 101051	2093287,22	4,02	6739
AB 101052	3581336,20	6,88	7751
AB 101053	2368643,30	4,55	8260
AB 101054	1079325,80	2,07	7983
AB 101057	3943728,90	7,57	7925
AB 101059	6315845,90	12,13	6338
PuitáINTA CL	23300163,09	44,74	6462
BRSSinuelo CL	88361,09	16,97	6144

CR- contribuição relativa do genótipo para a interação genótipo x ambiente.

Pelos dados da Tabela 9, verifica-se que o genótipo AB 101048 foi o que apresentou maior estabilidade, discordando da análise feita pelo método de Annicchiarico (1992), que identificou o genótipo AB 101053, como o mais estável de todos.

Porém, ressalta-se que os genótipos AB 101054, AB 101051 e AB 101053, também foram considerados de alta estabilidade já que apresentaram muito baixa contribuição para a interação. Mais uma vez, os menos estáveis foram os genótipos

testemunhas, destacando-se a cultivar Puitá INTA CL, com a mais alta contribuição relativa para a interação (44,74%). Estes resultados mostram que as metodologias utilizadas foram concordantes na identificação dos genótipos com maiores e menores estabilidades fenotípicas.

A ecovalência foi utilizada na cultura da soja por Vicente et al. (2004), Oliveira et al. (2006), Silva e Duarte (2006) e Rocha et al. (2009). De acordo com os autores, o método mostrou-se bastante prático para avaliar a estabilidade fenotípica, porém a seleção foi mais eficiente quando combinou a ecovalência com o desempenho médio dos genótipos.

Segundo Ramalho et al. (2012), adaptabilidade é avaliada pelo desempenho médio do genótipo, ou seja, aquele que apresenta maior produtividade de grãos por área. Já a estabilidade avalia o comportamento dos genótipos frente às variações ambientais que podem ser decorrentes de locais, anos ou qualquer outro fator. Rocha et al. (2004) define o conceito de adaptabilidade como sinônimo de produtividade e a estabilidade como sinônimo de previsibilidade.

Dentro desta ótica, o interessante é utilizar metodologias que avaliam a estabilidade. No entanto, segundo Ramalho et al. (2012), é preciso considerar que existem diversos tipos de estabilidade, sendo que a denominada de tipo 1 tem sentido biológico e equivale ao genótipo que mostra desempenho constante com a variação do ambiente, mas não apresenta alta produtividade (adaptabilidade). A estabilidade do tipo 2, também denominada de “estabilidade no sentido agrônomico”, que ocorre quando o genótipo acompanha o desempenho médio obtido nos ambientes, é a que interessa para o melhoramento genético. Neste trabalho, o genótipo AB 101053 enquadra-se nesta premissa, ou seja, com maior estabilidade e adaptabilidade em relação aos demais.

4.6. CONCLUSÕES

Em relação aos genótipos de arroz irrigado com tolerância à herbicida avaliados neste trabalho, pode-se concluir que:

1. A floração média (50%) ficou na faixa dos 67 a 79 dias, o que implica em ciclo cultural em torno de 100 a 114 dias no máximo, respectivamente, adequados para as condições locais. Os ciclos mais precoces ocorrem quando semeados em ambientes que utilizam a irrigação por inundação contínua;

2. A altura de planta apresentou média de 91 cm, com amplitude de 85,3 a 101,17 cm. As plantas mostram-se mais altas quando semeadas em ambientes que utilizam a irrigação por inundação contínua;

3. Maiores números de panículas por m^2 é inversamente proporcional ao número de grãos por panícula, mas, em ambientes que utilizam a irrigação por inundação contínua o número de grãos por panículas é maior;

4. A massa de 1000 grãos foi semelhante e pouco variável nos diferentes ambientes;

5. O genótipo AB 101053 foi o mais promissor para lançamento em Roraima, por apresentar alta produtividade ($8.260 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$), na média de todos os ambientes (adaptabilidade), estabilidade produtiva, elevado rendimento de grãos inteiros no beneficiamento (62,1%) e grãos soltos após a cocção;

6. Os genótipos AB 101054 e AB 101057 foram, também, promissores como alternativa para lançamento por apresentarem, no conjunto, características agronômicas desejáveis e boas adaptabilidade e estabilidade de produção, nos diferentes ambientes de cultivo;

7. Os genótipos testemunhas Puitá INTA CL e BRS Sinuelo CL foram menos produtivos e de baixa previsão (estabilidade) frente aos diferentes ambientes de cultivo.

5. CAPÍTULO II - AVALIAÇÃO E SELEÇÃO DE GENÓTIPOS DE ARROZ DE TERRAS ALTAS COM TOLERÂNCIA À HERBICIDA PARA O ESTADO DE RORAIMA

5.1. RESUMO

Com este trabalho, objetivou-se avaliar genótipos de arroz de terras altas com tolerância a herbicidas em três diferentes ambientes (combinação ecossistema x sistema de plantio) em Roraima. Foram conduzidos três experimentos, durante o ano agrícola 2011 no período de maio a setembro. Cada experimento foi composto por 27 genótipos com tolerância à herbicida e quatro cultivares testemunhas convencionais (31 tratamentos) que foram avaliados no delineamento experimental de blocos ao acaso com quatro repetições. Foram avaliadas as características de floração média (50%), altura de plantas (cm), acamamento (escala de notas), número de panículas por m², número de grãos por panícula, massa de 1000 grãos (g), severidade de doenças (escala de notas) e produtividade de grãos em (kg. ha⁻¹). Análises complementares para determinar o rendimento de grãos inteiros no beneficiamento, teores de amilose e de temperatura de gelatinização, foram também realizadas. Análises de variância individuais e conjuntas foram efetuadas considerando genótipos como fator fixo e os demais como aleatórios. Para o agrupamento das médias dos tratamentos, foi aplicado o teste de Scott e Knott, em nível de 5% de probabilidade. As médias de produtividade dos genótipos foram submetidas às análises de adaptabilidade e estabilidade pelas metodologias propostas por Annicchiarico (1992) e Wricke (1965). Concluiu-se que os genótipos de arroz de terras altas com tolerância à herbicida, A10ER7 (BRS Pepita////Cypress CL), A10ER10 (CNAs 9023////Cypress CL) e A10ER11 (BRA 01504////Cypress CL), são os mais promissores para futuros lançamentos em Roraima por apresentarem alta produtividade (média de 4.000 kg ha⁻¹), adaptabilidade e estabilidade produtiva, resistência ao acamamento, às doenças, elevado rendimento de grãos inteiros (acima de 60%), e grãos com boas qualidades para cocção.

Palavras-chave: *Oryza sativa* L.; Sistema Clearfield; Interação genótipo x ambiente.

CHAPTER II - EVALUATION AND SELECTION UPLAND RICE GENOTYPES WITH HERBICIDE TOLERANCE FOR THE STATE OF RORAIMA

5.2. ABSTRACT

This work, aimed evaluates genotypes of upland rice with herbicide tolerance in three different environments (combination ecosystem x planting system) in Roraima. Three experiments were conducted during the 2011 growing season from May to September. Each experiment was composed of 27 genotypes with herbicide tolerance and four conventional cultivars (31 treatments) were evaluated in a randomized block design with four replications. We evaluated the characteristics of flowering medium (50%), plant height (cm), lodging (rating scale), number of panicles per m², number of grains per panicle, 1000 grains (g), disease severity (rating scale) and grain yield (kg ha⁻¹). Complementary analyzes to determine the yield of whole grains in processing, amylose content and gelatinization temperatures were also performed. Analysis of variance individual and joint were performed considering genotypes as fixed factor and the other as random. For the grouping treatment averages, we applied the test of Scott & Knott, at 5% probability. The average rice yields were subjected to analysis of adaptability and stability by the methods proposed by Annicchiarico (1992) and Wricke (1965). It was concluded that the genotypes of upland rice with herbicide tolerance, A10ER7 (BRS Pepita////Cypress CL), A10ER10 (CNAs 9023////Cypress CL) and A10ER11 (BRA 01504////Cypress CL), are the most promising for future releases in Roraima by presenting high yield (average of 4.000 kg ha⁻¹), adaptability and yield stability, resistance to lodging, to diseases, high yield of whole grain (over 60%), and grains with good cooking qualities.

Keywords: *Oryza sativa* L.; System Clearfield; Interaction genotype x environment.

5.3. INTRODUÇÃO

A agricultura brasileira atual desenvolve-se quase que exclusivamente em áreas de uso agrícola já consolidado, com insignificante incorporação de novas áreas, recém-desmatadas, ambiente em que o arroz de terras altas se mostra reconhecidamente competitivo (PINHEIRO et al., 2008). São cerca de um milhão de hectares, com distribuição aproximada de 20, 54, 21 e 5%, nas regiões Norte, Meio-Norte, Centro-Oeste e Sudeste, respectivamente (CONAB, 2012). Neste cenário, o arroz de terras altas constitui-se em mais uma opção para rotação em sistemas de plantio direto após a soja, na recuperação de pastagens degradadas, na integração lavoura-pecuária-floresta, ou ainda, em pequenos cultivos consorciados em áreas de agricultores familiares.

Em Roraima, o cultivo do arroz de terras altas é realizado, principalmente, por pequenos agricultores em áreas de assentamento rural, com pouca utilização de tecnologia. Entretanto, com a expansão do cultivo de soja no cerrado e com o crescimento da pecuária, pode se tornar uma opção interessante na rotação, como também, na implantação e renovação de pastagens e na integração lavoura-pecuária, haja vista, o Estado já dispor de um bom complexo agroindustrial formado em função da produção de arroz irrigado nas várzeas, que é um dos principais produtos agrícolas. Porém, a produção de arroz irrigado está concentrada apenas no período seco (outubro a março). Como o arroz de terras altas é produzido no período chuvoso (abril a setembro), sua produção somar-se-ia à do arroz irrigado, aumentando o volume para abastecimento e comercialização.

A área cultivada com arroz de terras altas situa-se, anualmente, em torno de 5.500 a 6.000 hectares, com produção de 11.000 a 12.000 toneladas (AGRIANUAL, 2010), representando menos de 40% do volume necessário para suprir a demanda interna do produto em casca. Toda a produção é destinada para o consumo no meio rural ou para comercialização em pequenas quantidades em feiras livres e pequenos comércios na capital Boa Vista. A produtividade é variável em função do nível tecnológico utilizado, mas, em média, fica em torno de 2.000 a 2.500 kg/ha e nas melhores lavouras pode chegar a 3.500 a 4000 kg ha⁻¹ (CORDEIRO; MEDEIROS, 2008; CORDEIRO; MEDEIROS, 2010b).

Os avanços tecnológicos alcançados nos últimos anos, como o lançamento de cultivares com grãos de classe longo-fino (“agulhinha”) com qualidade culinária

semelhante ao arroz irrigado, que possuem grande aceitação na indústria e no mercado consumidor, podem perfeitamente propiciar o aumento da produção do arroz de terras altas em Roraima. Várias cultivares estão disponíveis para uso pelos diferentes sistemas de produção (CORDEIRO, 1996; CORDEIRO et al. 1996; CORDEIRO et al., 2001; CORDEIRO, 2002a; CORDEIRO, 2002b; CORDEIRO et al., 2003; CORDEIRO, 2004; BRESEGHELLO et al., 2006; BRESEGHELLO et al., 2007; CASTRO et al., 2007).

O sistema de plantio direto tem se destacado como uma alternativa muito importante na produção de grãos por permitir o cultivo em sistemas integrados, sem que haja grandes impactos ao ambiente, concorrendo para maior preservação dos recursos solo e água. Entretanto, para a cultura do arroz de terras altas, ainda não se pode recomendar com segurança essa modalidade de plantio, principalmente por não se dispor, ainda, de dados suficientes de pesquisa nesse ambiente (REIS et al., 2007).

Por outro lado, a pequena disponibilidade de produtos e tecnologias para o controle de plantas daninhas em arroz em áreas cultivadas por vários anos, restringe o uso desta cultura em sistemas agrícolas sustentáveis (RANGEL, 2007).

Com o advento da característica genética de tolerância a herbicidas da classe das Imidazolinonas para o arroz irrigado, visando o controle de plantas daninhas em áreas de várzeas, principalmente, arroz vermelho, tornou-se possível o controle de diversas plantas daninhas, sem causar a morte do arroz comercial. A característica genética de tolerância à herbicida foi obtida, inicialmente, por mutação induzida e posteriormente transferida para cultivares convencionais e híbridos pelo melhoramento genético convencional (retrocruzamentos) (STEELE et al., 2002; SOSBAI, 2012).

Esta tecnologia que é denominada de Sistema Clearfield® (CL) de produção proporciona uma condição de manejo eficaz no controle seletivo de plantas daninhas em lavouras de arroz irrigado (CROUGHAN, 1996; BASF, 2004), foi desenvolvida, inicialmente com a obtenção de uma linhagem (mutante AS 3510) de arroz tolerante ao herbicida Only®, constituído da mistura formulada dos herbicidas imazethapyr (75 g. L⁻¹) e imazapic (25 g. L⁻¹), e aplicado em pós-emergência da cultura e do arroz vermelho (CROUGHAN, 1996; LOPES et al., 2004; VILLA, 2006).

Posteriormente um novo gene, com espectro maior de tolerância, foi obtido e transferido para a cultivar americana de arroz irrigado Cypress CL para tolerância ao

herbicida pós-emergente KIFIX[®] (imazapyr (52,5 g. L⁻¹) + imazapic (17,5 g. L⁻¹). A ação do herbicida e a seletividade para a cultura proporcionam maior eficiência no controle de plantas daninhas. Os herbicidas Only[®] e KIFIX[®] apresentam elevada eficiência no controle seletivo de arroz vermelho em lavouras de arroz, propiciando níveis de controle superiores a 95% (STEELE et al., 2002; SOSBAI, 2012).

Em função de proporcionar controle de plantas daninhas na cultura do arroz em terras altas, a cultivar Cypress CL vem sendo utilizada em retrocruzamentos realizados pelo programa de melhoramento genético desenvolvido pela Embrapa, para a incorporação da característica em cultivares e linhagens de arroz de terras altas visando tolerância ao herbicida KIFIX[®] (RANGEL, 2008).

Os genótipos podem apresentar respostas diferenciadas nos vários ambientes onde são cultivados, fenômeno conhecido como interação genótipos por ambientes. Portanto, para proceder à seleção e recomendação de genótipos mais produtivos é necessária a avaliação do desempenho dos mesmos em diferentes ambientes (ROCHA et al., 2009). Este procedimento é rotineiro no programa de melhoramento da Embrapa Roraima, e tem como objetivo identificar genótipos que apresentem alta produtividade e estabilidade frente às diferentes condições ambientais (cerrado e floresta alterada) de cultivo do arroz de terras altas, tanto em sistemas convencionais como em condições de plantio direto.

Segundo Ramalho et al. (2012), a adaptabilidade é avaliada pelo desempenho médio do genótipo, ou seja, aquele que apresenta maior produtividade de grãos por área. Já a estabilidade avalia o comportamento dos genótipos frente às variações ambientais que podem ser decorrentes de locais, anos ou qualquer outro fator. Rocha et al. (2004) define o conceito de adaptabilidade como sinônimo de produtividade e a estabilidade como sinônimo de previsibilidade.

Vários métodos de análise de estabilidade são descritos na literatura e a escolha do método depende dos dados experimentais, principalmente aqueles relacionados com o número de ambientes disponíveis, da precisão requerida e do tipo de informação desejada (CRUZ; REGAZZI, 1997; CRUZ; CARNEIRO, 2003). Um dos que tem sido bastante utilizado por ser eficiente, de fácil aplicação e de pouca restrição quanto a número de ambientes, é o método de Annicchiarico (1992) apud Ramalho et al. (2012) baseado em análise não-paramétrica, que estima um índice de confiança com a probabilidade de uma determinada cultivar apresentar desempenho abaixo da média do ambiente, ou seja, indica a confiabilidade de

adoção da cultivar pelos agricultores. Outra opção de método com cálculo simples e fácil interpretação é o de Wricke (1965) apud Cruz et al. (2004), baseado na análise de variância, que obtêm a estimativa denominada de ecovalência, calculada por meio da decomposição da soma de quadrados da interação genótipos por ambientes as partes devidas apenas aos genótipos. Assim, quanto menor a contribuição do genótipo para a interação, maior a sua estabilidade.

Com este trabalho, objetivou-se avaliar e selecionar genótipos de arroz de terras altas portadores de gene para tolerância à herbicida, visando selecionar aqueles com alta produtividade, características agronômicas favoráveis e estabilidade frente aos diferentes ambientes de cultivo em Roraima, em comparação a cultivares convencionais já recomendadas para os sistemas de produção local.

5.4. MATERIAL E MÉTODOS

Foram conduzidos, no período de maio a setembro de 2011, três experimentos, oriundos do programa de melhoramento de arroz da Embrapa Roraima, em áreas de cerrado (plantio convencional e plantio direto) e área de floresta alterada (plantio convencional), correspondendo a três ambientes de teste (A1, A2 e A3, respectivamente). Cada ensaio foi composto por 27 linhagens de arroz de terras altas com tolerância à herbicida e quatro cultivares testemunhas convencionais, totalizando 31 genótipos (Tabela 1).

Tabela 1. Relação dos genótipos de arroz de terras altas com tolerância à herbicida, seus respectivos retrocruzamentos, e, cultivares testemunhas convencionais, avaliados em ambientes de cerrado e floresta alterada de Roraima no ano agrícola 2011

Genótipo	Retrocruzamento*	Denominação	Retrocruzamento*
BRS Primavera	Testemunha	A10ER17	BRA01580////Cypress CL
BRS Sertaneja	Testemunha	A10ER18	CNA8557////Cypress CL
BRS Pepita	Testemunha	A10ER19	CNA8557////Cypress CL
ANCambará	Testemunha	A10ER20	CNA8557////Cypress CL
A10ER5	CNAs10217////Cypress CL	A10ER21	CNA8557////Cypress CL
A10ER6	CNAs 10260//// Cypress CL	A10ER22	CNA8557////Cypress CL
A10ER7	BRS Pepita//// Cypress CL	A10ER23	CNA8557////Cypress CL
A10ER8	BRS Pepita//// Cypress CL	A10ER24	CNA8557////Cypress CL
A10ER9	BRS Pepita//// Cypress CL	A10ER25	BRSMG CONAI////Cypress CL
A10ER10	CNAs9023//// Cypress CL	A10ER26	Carisma////Cypress CL
A10ER11	BRA01504//// Cypress CL	A10ER27	BRS Talento////Cypress CL
A10ER12	BRA 01545//// Cypress CL	A10ER28	BRS Bonança////Cypress CL
A10ER13	BRA 01545//// Cypress CL	A10ER29	Progresso////Cypress CL
A10ER14	BRA 01545//// Cypress CL	A10ER30	Progresso ////Cypress CL
A10ER15	BRA 01545//// Cypress CL	A10ER31	Progresso ////Cypress CL
A10ER16	BRA 01545//// Cypress CL	-	-

* ////- corresponde a quatro retrocruzamentos realizados com o genitor recorrente. O genótipo Cypress CL é o genitor não recorrente (doador do gene para tolerância à herbicida).

O delineamento experimental utilizado foi o de blocos ao acaso com quatro repetições, sendo a parcela formada por cinco linhas de cinco metros de comprimento, com espaçamento de 0,30 m entre linhas. A área útil compreendeu as três linhas centrais da parcela, descontando-se 0,5 m de cada extremidade.

Os experimentos foram conduzidos no Campo Experimental Água Boa (60°50'15''W e 02° 39'48''), em solo classificado como Latossolo Amarelo (cerrado) com precipitação pluvial no período de cultivo de 1.806 mm, clima Aw segundo a classificação de Köppen e no Campo Experimental Serra da Prata (60° 58'40''W e 02° 23'49,5''N) em solo classificado como Podzólico Vermelho-Amarelo (floresta alterada) com precipitação pluvial no período de cultivo de 2.068 mm, clima Am segundo a classificação de Köppen (MOURÃO JR et al., 2003a e b).

Os resultados da análise química e granulométrica das amostras de solo coletadas na área experimental foram realizados de acordo com os métodos preconizados pela Embrapa (1997), cujos resultados são apresentados na Tabela 2.

Tabela 2. Características químicas e granulométrica do solo nas camadas de 0,0 a 0,2 m de profundidade, antes da instalação do experimento

AMBIENTE	pH H ₂ O	MO	P	K	Ca	Mg	Al	Argila	Silte	Areia
		g/kg ⁻¹	mg/dm ⁻¹	-----cmolc/dm ⁻³ -----			-----%-----			
(A1)										
cerrado/plantio convencional	6,1	12,2	42,78	0,08	1,53	0,46	0,02	17	7	76
(A2)										
cerrado/plantio direto	6,0	13,7	31,94	0,12	1,30	0,39	0,01	18	5	77
(A3)										
floresta/plantio Convencional	5,8	16,5	22,86	0,11	0,76	0,23	0,04	11	6	83

O preparo convencional do solo consistiu de uma aração e duas gradagens niveladoras. No caso de semeadura direta a área com vegetação regenerativa natural de cultivo anterior com soja, foi dessecada com glifosato na dosagem recomendada pelo fabricante e em seguida semeada.

A adubação de base foi de 350 kg. ha⁻¹ da fórmula 08-28-16 + micro. A adubação em cobertura foi de 150 kg. ha⁻¹ de uréia (45% de N) aplicada em duas doses: no início do perfilhamento (15 dias após a emergência) e na diferenciação do primórdio floral (45 dias após a emergência). A semeadura foi em linhas com a densidade de 60 sementes viáveis por metro.

As operações de abertura de sulcos e adubação de base foram feitas por uma semeadora e a distribuição das sementes e fechamento dos sulcos foram realizadas manualmente.

O controle de plantas daninhas foi realizado com uma aplicação em pós-emergência do herbicida KIFIX[®] na dosagem de 100 g. ha⁻¹ aos 10 dias após a emergência do arroz, quando as mesmas encontravam-se no estágio de três a quatro folhas para genótipos com tolerância a herbicidas. Para o controle de plantas daninhas nas cultivares testemunhas convencionais foi aplicado o herbicida pré-emergente Oxadiazon (Ronstar 250BR) na dosagem de 1,5 L por hectare do produto comercial.

Nos ambientes de cerrado as plantas daninhas predominantes foram: capim carrapicho (*Cenchrus echinatus*), guanxuma (*Sida spp.*) e capim andropogon (*Andropogon spp.*). No ambiente de floresta alterada foram: capim carrapicho, guanxuma, capim pé-de-galinha (*Eleusine indica*), mata-pasto (*Senna obtusifolia*) e picão preto (*Bidens spp.*).

Foram avaliadas as seguintes características: floração média (50%) (FLOR), altura média de plantas (cm) (ALT); Acamamento (ACA), severidade das doenças Brusone na folha (BF) e no pescoço da panícula (BP), escaldadura das folhas (ESC), mancha-parda (MP) e mancha dos grãos (MG), número de panículas por m² (NPA); número de grãos por panícula (NGP); massa de 1000 grãos (g) (M1000) e produtividade de grãos em casca (kg ha⁻¹) (PROD). A avaliação de doenças foi feita através de escala de notas de 1 a 9 (0 – nenhuma lesão; e 9 - mais de 50% das folhas ou panículas infectadas). A coleta dos dados foi efetuada de acordo com a metodologia preconizada no Standard Evaluation System For Rice (IRRI, 1996).

Análises complementares de rendimento de grãos inteiros no beneficiamento e de cocção de todos os genótipos foram realizadas no Laboratório de Qualidade de Grãos da Embrapa Arroz e Feijão com o objetivo de apoiar o poder de decisão de seleção ou eliminação de determinado genótipo, selecionado previamente pela produtividade de grãos.

Os dados coletados foram submetidos a teste de normalidade (Lilliefors) e homogeneidade de variâncias (relação entre o maior e o menor quadrado médio residual inferior a 7:1) e realizadas as análises de variância individuais e conjuntas, considerando no modelo estatístico genótipos como fatores fixos e demais como aleatórios.

Para a comparação das estimativas das médias dos tratamentos, foi aplicado o teste de Scott e Knott, em nível de 5% de probabilidade.

Posteriormente, as médias de produtividade de grãos dos genótipos foram submetidas às análises de estabilidade pelas seguintes metodologias:

Método de Annicchiarico (1992). estima o índice de confiança ω_i (índice de uma determinada cultivar apresentar desempenho abaixo da média do ambiente) que é calculado segundo Cruz e Carneiro (2003) pelo seguinte modelo estatístico.

$$\omega_i = \mu_i - Z_{(1-\alpha)} \sigma_{z_i}$$

Onde: ω_i : índice de confiança (%). μ_i : é a média percentual dos genótipos. i ; $z_{(1-\alpha)}$: é o percentil da função de distribuição normal padrão, em que o coeficiente de confiança ou significância adotado foi de 75%, isto é $\alpha = 0,25$. σ_{z_i} : é o desvio padrão dos valores percentuais de Z associados ao i -ésimo genótipo.

A cultivar ideal, ou seja, a de menor risco de ser adotada pelos produtores deve apresentar os maiores índices de confiança.

Método de Wricke (1965): denominado de Ecovalência, que conforme Cruz et al. (2004), é estimada por meio da partição da soma de quadrados da interação genótipos por ambientes (GE), para verificar a contribuição de cada genótipo para a interação total. A partição da soma de quadrados da GE é estimada de acordo com a equação a seguir:

$$\omega_i = \sum_{j=1}^n (ge)_{ij}^2$$

Sendo a GE estimado de acordo com a equação a seguir:

$$GE = \sum_{j=1}^n (Y_{ij} - \bar{Y}_i - \bar{Y}_j + \bar{Y})^2$$

Em que Y_{ij} é a média do genótipo i no ambiente j ; \bar{Y}_i é a média do genótipo i ; \bar{Y}_j é a média do ambiente j ; \bar{Y} é a média geral; n é o número de ambientes.

O somatório dos ω_i corresponde ao valor da soma de quadrados da GE. Dessa forma, foi possível calcular a porcentagem da GE devida a cada genótipo ($\omega_i\%$), dada por:

$$\omega_i \% = (\omega_i / \sum_i \omega_i) \times 100$$

Quanto menores os valores de $\omega_i\%$ mais estáveis serão os genótipos.

Todas as análises foram realizadas com o auxílio do programa computacional Genes (CRUZ, 2001).

5.5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

O teste de homogeneidade dos quadrados médios dos resíduos foi aplicado, indicando a possibilidade de realização das análises conjuntas envolvendo os diferentes ambientes de teste. No entanto, para as características acamamento (escala visual de notas) e número de grãos por panícula (contagem) foi necessário fazer transformação dos dados para $\sqrt{x+0,5}$ e $\log x$, respectivamente, devido não haver normalidade nos dados.

Os resumos das análises de variância conjuntas para as características floração (FLO), altura da planta (ALT), acamamento (ACA), número de panículas por m² (NPA), número de grãos por panícula (NGP), massa de 1000 grãos (M 1000) e produtividade de grãos (PROD), são encontrados na Tabela 3.

Tabela 3. Resumo das análises de variância conjuntas para as características floração (FLOR), altura da planta (ALT), acamamento (ACA) número de panículas por metro (NPA), número de grãos por panícula (NGP), massa de 1000 grãos (M1000) e produtividade de grãos (PROD), referentes à avaliação de 27 genótipos de arroz de terras altas com tolerância à herbicida e quatro cultivares testemunhas convencionais em três ambientes em Roraima, no ano agrícola 2011

FV	GL	Quadrado Médio						
		FLOR	ALT	ACA ¹	NPA	NGP ²	M1000	PROD
Bloco/Ambiente	9	17,49	78,40	0,25	234,08	0,005	7,97	631723,23
Ambiente (A)	2	831,35**	7291,62**	7,38**	3171,04**	0,343**	64,73**	5883535,14**
Genótipo (G)	30	246,12**	178,72**	0,84 ^{ns}	7884,37*	0,060**	49,18**	1779193,00 ^{ns}
Interação G x A	60	14,83**	64,34**	0,52**	482,51**	0,015**	9,34**	1640220,74**
Erro Médio	270	4,54	25,70	0,26	213,99	0,005	4,27	245011,62
Total	371	-	-	-	-	-	-	-
Média	-	67,98	106,54	1,47(2)	79,19	1,88(78)	23,63	3810
CV (%)	-	3,13	4,76	34,23	18,47	3,76	8,75	12,99

¹ e ² dados transformados para $\sqrt{x + 0,5}$ e $\log x$, respectivamente.

* e ** significativo a 5 e 1%, respectivamente, pelo teste F. ^{ns} - não significativo.

De modo geral, ocorreram diferenças altamente significativas ($P \leq 0,01$) para as fontes de variação ambiente, genótipo e para a interação genótipo x ambiente, evidenciando comportamento diferenciado dos genótipos nos diferentes ambientes de cultivo. Entretanto, para a fonte de variação genótipos não houve efeito significativo para as características acamamento e produtividade. Os coeficientes de variação encontrados para as características avaliadas foram semelhantes aos que comumente são relatados para a cultura do arroz de terras altas, evidenciando boa precisão na condução do experimento.

Devido à ocorrência das interações já mencionadas, a apresentação e comparação dos resultados do desempenho dos genótipos, para todas as características submetidas às análises de variância (Tabela 3), serão efetuadas apresentando-se os dados obtidos em cada ambiente.

Características como severidade de doenças e de qualidade de grãos que não foram submetidas às análises de variância serão comparadas com relação às notas aplicadas por escalas visuais (doenças) e pelos rendimentos de grãos inteiros obtidos no beneficiamento em engenho de provas.

Floração média (50%)

Na Tabela 4, estão contidos os números de dias para floração média (dias do plantio até 50% das plantas em floração na parcela) de genótipos de arroz de terras altas, avaliados em três ambientes de cultivo em Roraima. Os resultados mostram que nos ambientes A1, A2 e A3 os genótipos mais precoces foram os derivados dos retrocruzamentos envolvendo os genótipos BRS Pepita////Cypress CL (A10ER7, A10ER8 e A10ER9), CONAI////Cypress CL (A10ER25) e Carisma////Cypress CL (A10ER26) cuja floração média ocorreu entre 57 e 60 dias no ambiente A1, de 62 a 65 no ambiente A2 e em torno de 58 dias no ambiente A3. A cultivar testemunha BRS Pepita foi a mais precoce das testemunhas e apresentou floração aos 64 dias.

Tabela 4. Floração média (50%, em dias) de 31 genótipos de arroz de terras altas com tolerância à herbicida e quatro cultivares, convencionais, em três ambientes em Roraima, no ano agrícola 2011

Genótipo	Ambientes* (dias para 50% de floração)			Média
	A1	A2	A3	
BRS Primavera (t)	63 d B	76 b A	59 d C	66,00
BRS Sertaneja (t)	70 b A	73 b A	64 c B	69,00
BRS Pepita (t)	65 c A	67 c A	60 d B	64,00
ANCambará (t)	71 b A	70 b A	61 d B	67,33
A10ER5	72 a A	70 b A	66 b B	69,33
A10ER6	69 b A	67 c A	61 d B	65,67
A10ER7	63 d B	66 c A	59 d B	62,67
A10ER8	60 e A	62 d A	58 d B	60,00
A10ER9	63 d B	66 c A	60 d B	63,00
A10ER10	62 d B	66 c A	60 d B	62,67
A10ER11	63 d A	66 c A	62 c B	63,67
A10ER12	68 b A	68 c A	62 c B	66,00
A10ER13	74 a A	71 b A	68 a B	71,00
A10ER14	73 a A	72 b A	69 a B	71,33
A10ER15	72 a A	74 a A	71 a A	72,33
A10ER16	71 b B	76 a A	72 a B	73,00
A10ER17	66 c A	68 c A	60 d B	64,67
A10ER18	67 a A	75 a A	71 a B	71,00
A10ER19	75 a A	73 a A	70 a B	72,67
A10ER20	76 a A	73 a B	69 a C	72,67
A10ER21	73 a A	73 a A	71 a A	72,33
A10ER22	73 b A	72 b A	70 a A	71,67
A10ER23	70 b A	71 b A	71 a A	70,67
A10ER24	74 a A	72 b A	67 b B	71,00
A10ER25	57 e B	62 d A	58 d B	59,00
A10ER26	59 e B	65 c A	58 d B	60,67
A10ER27	73 a A	71 b B	70 a B	71,33
A10ER28	70 b A	70 b A	66 b B	68,67
A10ER29	75 a A	73 a A	69 a B	72,35
A10ER30	72 a A	73 a A	65 b B	70,00
A10ER31	76 a A	74 a A	70 a B	73,33
Média	68,87	70,16	65,06	68,03
CV%	4,58	1,80	2,18	—

Médias seguidas da mesma letra minúscula, na coluna, e maiúscula, na linha, pertencem ao mesmo grupo, a 5% de probabilidade pelo teste de Scott & Knott. **A1** (cerrado/plantio convencional), **A2** (cerrado/plantio direto), **A3** (mata alterada/plantio convencional), t- cultivares testemunhas.

Considerando todos os ambientes, os genótipos mais tardios foram os A10ER31 (73,33 dias) e A10ER16 (73 dias). Os demais ficaram no intervalo de 66 a 72,67 dias. Segundo Breseghello et al. (2011), todas as cultivares de arroz de terras

altas lançadas no país, após o ano 2000, apresentam número de dias para a floração média dentro da amplitude de 75 a 85 dias, valores superiores aos encontrados neste trabalho, mas esperados, uma vez que em Roraima o ciclo da planta reduz em relação a outras regiões do país, como o centro-oeste e sul, em razão de estar localizado acima da linha do equador com baixa latitude (2° de latitude Norte).

Isto se torna uma vantagem, pois Morais et al. (1997), relatam que durante o florescimento e enchimento dos grãos, o estresse hídrico causa a diminuição de produtividade, resultando em panículas menores, esterilidade de espiguetas e grãos mal formados e gessados. Nesta condição, cultivares precoces são as mais recomendadas para cultivo, haja vista, permanecerem menos tempo no campo e conseqüentemente com maiores probabilidades de escaparem dos estresses hídricos em fases críticas do ciclo. Em Roraima, na região de cerrado, segundo Lameira e Coimbra (1989), *apud* Braga (1998) a maior frequência de veranico em Boa Vista-Roraima, região de cerrado, ocorre entre a segunda dezena de julho até a terceira dezena de agosto, quando são considerados totais pluviométricos inferiores a 20 mm em dez dias ou totais entre 20 e 40 mm em cinco dias consecutivos.

A cultivar testemunha mais tardia foi a cultivar BRS Sertaneja com 69 dias para a floração média, três dias a mais que outro genótipo testemunha recomendada para Roraima, cultivar BRS Primavera (Tabela 4). Breseghello et al. (2006) e Cordeiro e Medeiros (2010) também observaram, diferença de três a quatro dias na floração para a “BRS Sertaneja” em relação à “BRS Primavera”, corroborando com os resultados encontrados neste trabalho. Das testemunhas o genótipo mais tardio foi a cultivar AN Cambará (65,67 dias).

Na comparação dos ambientes, observa-se que os genótipos do ambiente A3 (semeadura convencional /floresta alterada) com média de 65,06 dias, foram mais precoces quando comparados aos ambientes A1(cerrado/semeadura convencional) e A2 (cerrado/semeadura direta) com média de 68,87 e 70,16 dias, respectivamente. De modo geral, no ambiente A2 os genótipos foram mais tardios (70, 16 dias para floração média), resultado semelhante ao encontrado por Reis et al. (2007) que observou genótipos de arroz de terras altas com ciclo mais longo em sistema de plantio direto. Segundo Moura Neto et al. (2002), era de se esperar um florescimento um pouco mais cedo no sistema convencional, devido ao fato de haver menor

velocidade de germinação e de crescimento inicial das plantas de arroz sob plantio direto.

Por fim, verifica-se que os genótipos de arroz de terras altas com tolerância a herbicidas avaliados mostraram-se com floração média dentro de intervalos próximos ou semelhantes aos observados para os genótipos convencionais testemunhas, não sendo assim, fator de restrição na seleção.

Altura de Planta x Acamamento

Segundo Castro et al. (2005), em arroz de terras altas, normalmente a altura de planta apresenta correlação positiva com acamamento, fato constatado neste trabalho, já que houve correlação fenotípica significativa (0,48**) entre essas características, na média de todos os ambientes (dados não apresentados). Assim, os resultados serão discutidos conjuntamente.

Nas Tabelas 5 e 6, estão as médias de altura de planta e acamamento dos genótipos de arroz de terras altas com tolerância à herbicida e das cultivares testemunhas convencionais, para os três ambientes, respectivamente.

Tabela 5. Altura de planta (cm) de genótipos de arroz de terras altas com tolerância à herbicida e de quatro cultivares testemunhas convencionais em três ambientes em Roraima, no ano agrícola 2011

Genótipo	Ambientes* (altura da planta em cm)			Média
	A1	A2	A3	
BRS Primavera (t)	110 a B	101 b C	117 a A	109
BRS Sertaneja (t)	106 a B	104 a B	118 a A	109
BRS Pepita (t)	97 b B	93 b B	113 b A	101
NA Cambará t)	104 a B	99 b B	116 a A	106
A10ER5	105 a B	108 a B	114 b A	109
A10ER6	102 a B	106 a B	115 b A	107
A10ER7	105 a B	104 a B	121 a A	110
A10ER8	103 a B	103 a B	114 b A	106
A10ER9	108 a B	106 a B	123 a A	112
A10ER10	105 a B	104 a B	117 a A	108
A10ER11	101 a B	99 b B	116 a A	105
A10ER12	103 a B	105 a B	113 b A	107
A10ER13	93 b B	100 b B	108 c A	100
A10ER14	95 b B	93 b B	110 b A	99
A10ER15	92 b B	99 b B	111 b A	101
A10ER16	104 a B	107 a B	118 a A	110
A10ER17	101 a B	95 b B	114 b A	103
A10ER18	92 b B	110 a A	115 b A	106
A10ER19	105 a B	111 a B	120 a A	112
A10ER20	100 a C	109 a B	125 a A	111
A10ER21	97 b C	108 a B	119 a A	108
A10ER22	98 b C	106 a B	125 a A	110
A10ER23	99 b B	109 a A	112 b A	107
A10ER24	102 a B	105 a B	111 b A	106
A10ER25	90 b B	102 a A	102 c A	98
A10ER26	99 b A	99 b A	104 c A	101
A10ER27	102 a B	109 a A	113 b A	108
A10ER28	107 a B	107 a B	120 a A	111
A10ER29	97 b C	105 a B	114 b A	106
A10ER30	99 b B	99 b B	119 a A	106
A10ER31	99 b B	107 a A	111 b A	106
Média	101	104	115	-
CV (%)	4,79	5,10	4,41	-

Médias seguidas da mesma letra minúscula, na coluna, e maiúscula, na linha, pertencem ao mesmo grupo, a 5% de probabilidade pelo teste de Scott & Knott. **A1** (cerrado/plantio convencional), **A2** (cerrado/plantio direto), **A3** (mata alterada/plantio convencional), t – cultivares testemunhas.

Tabela 6. Médias de acamamento (notas visuais**) de genótipos de arroz de terras altas com tolerância à herbicida e de cultivares testemunhas convencionais em três ambientes em Roraima, no ano agrícola 2011

Genótipo	Ambientes* (notas de acamamento)			Média
	A1	A2	A3	
BRS Primavera (t)	1,2 A (1,0)	1,2 b A (1,0)	1,4 d A (1,5)	1,27 (1,17)
BRS Sertaneja (t)	1,2 A (1,0)	1,2 b A (1,0)	1,4 d A (1,5)	1,27 (1,17)
BRS Pepita (t)	1,2 A (1,0)	1,2 b A (1,0)	1,2 d A (1,0)	1,20 (1,00)
ANCambará (t)	1,2 A (1,0)	1,2 b A (1,0)	1,2 d A (1,0)	1,20 (1,00)
A10ER5	1,2 A (1,0)	1,6 b A (2,5)	1,8 c A (3,0)	1,53 (2,17)
A10ER6	1,2 B (1,0)	2,0 a A (4,0)	1,8 c A (3,0)	1,67 (2,67)
A10ER7	1,2 A (1,0)	1,8 a A (3,0)	1,5 c A (2,0)	1,50 (2,00)
A10ER8	1,2 B (1,0)	2,5 a A (6,0)	2,1 b A (4,5)	1,93 (3,83)
A10ER9	1,5 C (2,0)	2,3 a B (5,5)	3,0 a A (9,0)	2,27 (5,50)
A10ER10	1,2 B (1,0)	2,0 a A (4,0)	1,2 d B (1,0)	1,47 (2,00)
A10ER11	1,4 A (1,5)	1,6 b A (2,5)	1,8 c A (3,0)	1,60 (2,33)
A10ER12	1,7 A (3,0)	2,0 a A (4,0)	2,3 b A (5,5)	2,00 (4,17)
A10ER13	1,2 A (1,0)	1,2 b A (1,0)	1,8 c A (3,0)	1,40 (1,67)
A10ER14	1,2 A (1,0)	1,2 b A (1,0)	1,2 d A (1,0)	1,20 (1,00)
A10ER15	1,2 A (1,0)	1,2 b A (1,0)	1,6 c A (2,5)	1,33 (1,50)
A10ER16	1,2 A (1,0)	1,2 b A (1,0)	1,7 c A (3,0)	1,37 (1,67)
A10ER17	1,2 A (1,0)	1,2 b A (1,0)	1,6 c A (2,0)	1,33 (1,33)
A10ER18	1,2 A (1,0)	1,2 b A (1,0)	1,2 d A (1,0)	1,20 (1,00)
A10ER19	1,2 B (1,0)	1,2 b B (1,0)	2,8 a A (7,8)	1,73 (3,27)
A10ER20	1,2 B (1,0)	1,2 b B (1,0)	2,6 a A (7,0)	1,67 (3,00)
A10ER21	1,2 B (1,0)	1,2 b B (1,0)	1,8 c A (3,5)	1,40 (1,83)
A10ER22	1,2 B (1,0)	1,2 b B (1,0)	2,6 a A (7,0)	1,67 (3,00)
A10ER23	1,2 B (1,0)	1,2 b B (1,0)	1,8 c A (3,5)	1,40 (1,83)
A10ER24	1,2 B (1,0)	1,2 b B (1,0)	2,3 b A (5,5)	1,57 (2,50)
A10ER25	1,2 A (1,0)	1,2 b A (1,0)	1,4 d A (1,0)	1,27 (1,00)
A10ER26	1,2 B (1,0)	2,0 a A (1,0)	1,7 c A (2,5)	1,63 (1,50)
A10ER27	1,2 B (1,0)	1,2 b B (1,0)	2,0 d A (3,5)	1,47 (1,83)
A10ER28	1,2 A (1,0)	1,2 b A (1,0)	1,2 d A (1,0)	1,20 (1,00)
A10ER29	1,2 A (1,0)	1,2 b A (1,0)	1,2 d A (1,0)	1,20 (1,00)
A10ER30	1,2 A (1,0)	1,2 b A (1,0)	1,2 d A (1,0)	1,20 (1,00)
A10ER31	1,2 A (1,0)	1,2 b A (1,0)	1,4 d A (1,5)	
Média	1,3 (1,11)	1,43 (1,76)	1,74 (3,04)	1,46 (1,97)
CV%	16,3	29,1	32,9	—

Médias seguidas da mesma letra minúscula, na coluna, e maiúscula, na linha, pertencem ao mesmo grupo, a 5% de probabilidade pelo teste de Scott & Knott. **A1** (cerrado/plantio convencional), **A2** (cerrado/plantio direto), **A3** (mata alterada/plantio convencional), **Escala de notas visuais: 1- sem acamamento; 9 - acamamento total. Entre parênteses:

valores originais. Dados transformados para $\sqrt{x + 0,5}$, t – cultivares testemunhas.

Analisando-se as médias de altura obtidas para cada ambiente, verifica-se os genótipos de arroz de terras altas com tolerância à herbicida mais altos foram os A10ER5, A10ER7, A10ER9, A10ER16, A10ER19, A10ER20, A10ER22 e A10ER28, com alturas variando de 109 a 112 cm, que praticamente não diferiram significativamente dos genótipos convencionais, as cultivares testemunhas BRS Primavera, BRS Sertaneja e NA Cambará, mas diferiram significativamente da cultivar testemunha BRS Pepita, que na média dos três ambientes apresentou altura de 101 cm (Tabela 5). O ambiente A3 (plantio convencional/floresta alterada) apresentou, independentemente de todos os genótipos avaliados, as maiores médias para altura da planta o que, provavelmente, resultou em maiores notas para acamamento (Tabelas 5 e 6).

No entanto, nenhuma das cultivares testemunhas apresentou acamamento, discordando do observado por Cordeiro e Medeiros (2010b) que avaliando diferentes cultivares de arroz de terras altas em diferentes ambientes de Roraima, verificaram que a cultivar BRS Primavera apresentou acamamento. Breseghello et al. (2006) também relatam acamamento para a cultivar BRS Primavera e que a cultivar BRS Sertaneja é significativamente menos acamadora que essa, devido possuir maior espessura de colmo.

Outro fato interessante é que a cultivar BRS Pepita não apresentou acamamento, mas genótipos com tolerância à herbicida derivados da mesma (A10ER8 e A10ER9) apresentaram notas muito altas para acamamento, com destaque nos ambientes A2 e A3 (Tabela 6), apesar de não terem apresentado valores altos para altura de planta, a não ser no ambiente A3 (Tabela 5).

Outros genótipos como os A10ER19, A10ER20 e A10ER22, apesar de não apresentarem acamamento nos ambientes A1 e A2, apresentaram notas, também, muito altas para acamamento no ambiente A3 (Tabela 6). Assim, esses genótipos devem ser eliminados para trabalhos posteriores.

No ambiente A2 (cerrado/plantio direto) os genótipos foram significativamente mais altos que no ambiente A1 (cerrado/plantio convencional) (Tabela 5). Esses resultados, entretanto, são discordantes dos encontrados por Moura Neto et al. (2002) onde constataram menor altura de planta em sistema de semeadura direta.

Observando-se, ainda, os resultados obtidos para altura da planta em todos os ambientes, verificam-se muitos genótipos, tanto os convencionais como os com tolerância à herbicida, com médias acima de 100 a 105 cm, principalmente quando

as condições ambientais (precipitação pluvial e solo com maiores teores de matéria orgânica) são mais favoráveis, como as encontradas no ambiente A3 (plantio convencional/floresta alterada) corroborando com Pinheiro et al. (2008) que relatam que áreas recém-desmatadas é o ambiente em que o arroz de terras altas se mostra reconhecidamente mais competitivo.

A resistência ao acamamento é importante em qualquer cultivar de arroz para que a colheita possa ser realizada sem problemas e para a obtenção de um produto de boa qualidade. Vários fatores concorrem para conferir resistência ao acamamento a uma cultivar de arroz, dentre esses, altura não muito superior a 100 cm e maiores diâmetro e espessura do colmo (CASTRO et al., 2005; SILVA et al., 2009).

Assim a resistência ao acamamento em arroz de terras altas torna-se muito importante quando se visa à inclusão do mesmo em sistemas de rotação de culturas, onde a produtividade é mais elevada que no antigo sistema de abertura de áreas e genótipos que apresentam predisposição para acamar podem limitar a indicação de cultivares adequadas. Como a maior mudança ocorrida com genótipos de arroz de terras altas na última década foi com a qualidade de grãos, passando de grão longo e largo para grãos longo-finos e existiu pressão de seleção para características relacionadas à qualidade, não foram obtidos ganhos genéticos para outras características, entre elas, acamamento (BRESEGHELLO et al., 2006).

Mas, segundo Morais et al. (2006) com o uso mais intensivo de tecnologia, o melhoramento genético do arroz passou a buscar plantas mais produtivas e menos acamadoras, que devem apresentar porte baixo e folhas eretas, mais eficientes no uso da radiação solar.

Número de panículas por m² (NPA)

Analisando-se os dados da Tabela 7, verifica-se, que em média, os genótipos de arroz de terras altas com tolerância à herbicida, que apresentaram um maior NPA foram os A10ER18 (246), A10ER16 (244), A10ER19 (242), A10ER20 (242), A10ER15 (241) e A10ER21 (241), diferindo significativamente de todas as cultivares testemunhas, em todos os ambientes. Este resultado é positivo, pois, mostra que os genótipos tolerantes à herbicida não são afetados quanto à produção de colmos, já

que comparados a genótipos convencionais (cultivares testemunhas) mostraram-se até superiores.

Verifica-se, ainda, que a maioria dos genótipos apresentou NPA maior no ambiente A1 (cerrado/plantio convencional), seguido do ambiente A2 (cerrado/plantio direto) diferindo das cultivares testemunhas BRS Primavera e BRS Sertaneja, que apresentaram maior NPA no ambiente A3 (plantio convencional/floresta alterada), mas concordando com o obtido pelas cultivares testemunhas BRS Pepita e AN Cambará (Tabela 7).

Esses resultados são semelhantes aos obtido por Nascente et al. (2011) que observaram maior NPA em sistema convencional do que em semeadura direta. No entanto, Moura Neto et al. (2002), avaliando linhagens e cultivares de arroz de terras altas nos dois sistemas verificaram comportamento semelhante. Por outro lado, o genótipo com menor NPA, em média, foi o A10ER25, que é resultante de retrocruzamento envolvendo a cultivar BRSMG Conai (Tabela 7).

Silva et al. (2009) avaliando cultivares de arroz de terras altas no Mato Grosso do Sul verificaram que a cultivar com maior número de colmos por m² foi a BRSMG Curinga (278), porém, diferindo estatisticamente apenas da cultivar BRSMG Conai (192). Os mesmos autores citam que a grande diferença no número de colmos por área entre a cultivar BRSMG Curinga e BRSMG Conai, provavelmente está relacionada com a duração do perfilhamento, que ocorre na fase vegetativa. Assim, a cultivar BRSMG Curinga, por ter floração mais tardia produziu mais perfilhos, em comparação a cultivar BRSMG Conai, que foi mais precoce. Isto reflete no número de panículas por m², pela alta correlação que existe entre o número de panículas e número de colmos por m², ou seja, número de panículas por metro quadrado depende, dentre outros, do número de colmos por metro quadrado (MORAIS et al., 2006; SILVA et al., 2009; FAGERIA et al., 2011).

Neste trabalho o genótipo A10ER25 foi o mais precoce de todos os genótipos considerando os três ambientes, e apresentou o menor NPA (Tabelas 4 e 7), corroborando com o relatado por Silva et al. (2009).

De um modo geral, o NPA variou de 190 a 253 no ambiente A1, 170 a 253 no ambiente A2 e 193 a 240 no ambiente A3, intervalos semelhantes e próximos ao encontrado por Silva et al. (2009), não sendo assim, fator limitante na seleção dos genótipos frente aos ambientes utilizados neste trabalho.

Tabela 7. Número de panículas por m² de genótipos de arroz de terras altas com tolerância à herbicida e de cultivares testemunhas convencionais em três ambientes em Roraima, no ano agrícola 2011

Genótipo	Ambientes*			Média
	A1	A2	A3	
BRS Primavera (t)	207 d B	170 b B	280 d A	219
BRS Sertaneja(t)	200 e A	187 b A	223 c A	203
BRS Pepita (t)	217 c A	223 c A	200 d B	213
ANCambará (t)	237 c A	233 b A	203 d B	224
A10ER5	243a A	233 b A	220 b B	232
A10ER6	230 b A	223 c A	203 d B	219
A10ER7	210 d A	220 c A	197 d B	209
A10ER8	200 d B	210 d A	193 d B	201
A10ER9	210 d A	220 c A	200 d B	210
A10ER10	207 d B	220 c A	200 c B	209
A10ER11	210 d B	223 c A	210 c B	214
A10ER12	227 b A	227 c A	207 c B	220
A10ER13	247 a A	237 b A	227 a B	237
A10ER14	243 a A	240 b A	230 a B	238
A10ER15	240 a A	247 a A	237 a A	241
A10ER16	240 a B	253 a A	240 a B	244
A10ER17	220 c A	227 c A	200 d B	216
A10ER18	250 a A	250 a A	237 a B	246
A10ER19	250 a A	243 a A	233 a B	242
A10ER20	253 a A	243 a B	230 a C	242
A10ER21	243 a A	243 a A	237 a A	241
A10ER22	243 a A	240 b A	233 a A	239
A10ER23	233 b A	237 b A	237 a A	236
A10ER24	247 a A	240 b A	223 d B	237
A10ER25	190 e B	207 d A	193 d B	197
A10ER26	197 e B	217 c A	193 d B	202
A10ER27	247 a A	237 b B	233 a B	239
A10ER28	233 b A	233 b A	220 b B	229
A10ER29	250 a A	247 a A	230 a B	242
A10ER30	240 a A	243 a A	217 b B	233
A10ER31	253 a A	247 a A	233 a B	244
Média	230	230	220	226
CV%	16,8	18,7	20,0	—

Médias seguidas da mesma letra minúscula, na coluna, e maiúscula, na linha, pertencem ao mesmo grupo, a 5% de probabilidade pelo teste de Scott & Knott. **A1** (cerrado/plantio convencional), **A2** (cerrado/plantio direto), **A3** (mata alterada/plantio convencional), t- cultivares testemunhas.

Por fim, era de se esperar, porém, que em região de floresta alterada (A3) os genótipos produzissem maior NPA, do que nos ambientes de cerrado, pois, as condições de precipitação pluvial e de solo são geralmente mais favoráveis que nos

ambientes de cerrado (A1 e A2). No entanto, no ano agrícola de 2011, no período de desenvolvimento do ciclo do arroz, a precipitação pluvial observada no cerrado foi de 1.806 mm e na floresta alterada de 2.068 mm, ou seja, muito próximas, não constituindo fator de restrição ao desenvolvimento da cultura.

Número de grãos por panícula (NGP)

Na Tabela 8, estão os dados referentes às médias dos genótipos de arroz de terras altas com tolerância à herbicida, para os três ambientes, para a característica número de grãos por panícula (NGP). Os dados foram transformados para log x devido não ter sido detectada a normalidade dos dados, provavelmente, porque se tratam de dados de contagem em que há muita variação dentro de genótipos em cada ambiente e entre ambientes. Verifica-se, ainda, que esta variação parece ter sido maior no ambiente A3 (floresta alterada/plantio convencional) considerando o maior CV (5,32%) obtido.

Tabela 8. Número de grãos por panícula (NGP) de genótipos de arroz de terras altas com tolerância à herbicida e de cultivares testemunhas convencionais em três ambientes em Roraima, no ano agrícola 2011

Genótipo	Ambientes*			Média
	A1**	A2**	A3**	
BRS Primavera (t)	1,80 (63) c A	1,88 (76) b A	1,80 (65) c A	1,83 (68)
BRS Sertaneja(t)	1,89 (81) c A	1,89 (82) b A	1,77 (60) c B	1,85 (75)
BRS Pepita (t)	1,77 (59) c A	1,73 (54) c A	1,80 (65) c A	1,77 (60)
ANCambará (t)	1,87 (75) c B	2,01 (103) a A	1,80 (64) c B	1,89 (81)
A10ER5	2,07 (121) a A	2,07 (117) a A	1,92 (84) b B	2,02 (108)
A10ER6	2,08 (122) a A	2,03 (108) a A	2,03 (108) a A	2,05 (113)
A10ER7	1,82 (68) c A	1,91 (82) b A	1,89 (85) b A	1,87 (79)
A10ER8	1,80 (65) c A	1,84 (71) b A	1,83 (70) c A	1,82 (69)
A10ER9	1,83 (69) c A	1,87 (75) b A	1,87 (74) b A	1,86 (73)
A10ER10	1,80 (65) c A	1,87 (74) b A	1,89 (85) b A	1,85 (75)
A10ER11	1,93 (86) b A	1,97 (93) a A	1,87 (76) b A	1,92 (85)
A10ER12	1,99 (98) a A	2,00 (103) a A	1,84 (70) c B	1,94 (91)
A10ER13	1,92 (84) b A	1,99 (98) a A	1,76 (58) c B	1,89 (80)
A10ER14	1,77 (59) c B	1,95 (90) a A	1,82 (66) c B	1,85 (72)
A10ER15	1,90 (80) b A	1,97 (95) a A	1,78 (61) c B	1,88 (79)
A10ER16	1,73 (55) c A	1,73 (54) c A	1,68 (50) d A	1,71 (53)
A10ER17	1,98 (95) a A	1,98 (96) a A	1,98 (96) a A	1,98 (96)
A10ER18	1,82 (66) c B	1,95 (90) a A	1,89 (79) b A	1,89 (79)
A10ER19	1,97 (94) a B	1,85 (72) b B	1,97 (63) c A	1,93 (77)
A10ER20	1,83 (68) c A	1,86 (74) b A	1,79 (62) c A	1,83 (68)
A10ER21	2,01 (104) a A	1,92 (84) a B	1,90 (81) b B	1,94 (90)
A10ER22	1,98 (96) a A	1,96 (91) a A	1,79 (64) c B	1,91 (84)
A10ER23	1,92 (83) b A	1,80 (65) c B	1,72 (57) d B	1,81 (69)
A10ER24	1,97 (93) a A	1,84 (70) b B	1,82 (69) c B	1,88 (78)
A10ER25	1,90 (81) b A	1,95 (93) a A	1,77 (59) c B	1,87 (78)
A10ER26	1,99 (98) a A	1,89 (79) b A	1,77 (59) c B	1,88 (79)
A10ER27	1,83 (68) c B	1,96 (91) a A	1,78 (61) c B	1,86 (74)
A10ER28	1,90 (82) b B	2,03 (110) a A	1,79 (62) c C	1,91 (85)
A10ER29	1,91 (83) b A	1,90 (79) b A	1,72 (56) d B	1,84 (73)
A10ER30	1,87 (75) c A	1,89 (79) b A	1,67 (49) d B	1,81 (68)
A10ER31	1,98 (96) a A	1,90 (82) b A	1,89 (79) b A	1,92 (86)
Média	1,90 (81)	1,92 (84)	1,82 (69)	1,88 (79)
CV%	2,68	2,85	5,32	—

Médias seguidas da mesma letra minúscula, na coluna, e maiúscula, na linha, pertencem ao mesmo grupo, a 5% de probabilidade pelo teste de Scott & Knott. *A1 (cerrado/plantio convencional), A2 (cerrado/plantio direto), A3 (mata alterada/plantio convencional), ** Dados transformados para log x. (dados originais). t - cultivares testemunhas.

O genótipo A10ER6 (CNAs 10260///Cypress CL), considerando os três ambientes, apresentou o maior NGP, com 122 espiguetas no ambiente A1 e 108 espiguetas nos ambientes A2 e A3. Com relação ao menor NGP destaca-se o

genótipo A10ER16 que, em média, apresentou 53. As cultivares testemunhas BRS Primavera, BRS Sertaneja, BRS Pepita e AN Cambará, em média, apresentaram 68, 75, 60 e 81 NGP. Os demais genótipos de arroz de terras altas com tolerância à herbicida ficaram, na média dos três ambientes, na faixa dos 65 a 113 NGP (Tabela 8). Estas diferenças, segundo Santos et al. (2006) e Fageria (2007) são intrínsecas aos genótipos, ou seja, estão diretamente relacionadas às características genéticas dos materiais, além de estarem dentro da faixa adequada para a cultura do arroz.

Silva et al. (2009) obteve, na avaliação oito de cultivares comerciais de arroz de terras altas convencionais, número de grãos por panícula variando de 93 a 124 para seis delas, intervalo acima do obtido neste trabalho, o que pode ser explicado pelo número muito maior de genótipos de arroz de terras altas com tolerância à herbicida avaliados neste trabalho e, conseqüentemente pela maior variabilidade genética. Entretanto, analisados cada ambiente separadamente, verifica-se que vários genótipos produziram NGP dentro do intervalo citado por Silva et al. (2009). Buzetti et al. (2006) também avaliando várias cultivares de arroz de terras altas, relatam que a cultivar BRSMG Conai foi a que apresentou o menor NGP (93), embora não diferindo significativamente das demais. Segundo Fageria et al. (2003), um maior número de grãos por panícula pode contribuir para aumentar a produtividade da cultura.

O ambiente A2 (cerrado/plantio direto) foi o que apresentou a maior média do NGP (84) e o menor (69) foi o ambiente A3 (floresta alterada/plantio convencional). No ambiente A1 (cerrado/plantio convencional) a média foi de 81 NGP.

Considerando que cultivares comercial de arroz com grãos de classe longo-fino (agulhinhas) apresentam, de um modo geral, panículas com 60 a 70 grãos (PLANETA ARROZ, 2013), pode-se concluir que os resultados obtidos com os genótipos de arroz de terras altas com tolerância à herbicida neste trabalho, foram consistentes com os relatados para genótipos convencionais.

Massa de 1000 grãos (M1000)

As médias da massa de 1000 grãos (gramas) dos 27 genótipos de arroz de arroz de terras altas com tolerância à herbicida e de quatro cultivares testemunhas convencionais, referentes aos experimentos conduzidos nos ambientes A1, A2, A3 são apresentados na Tabela 9.

Os resultados relativos ao efeito dos ambientes na M1000 foram variáveis, situando-se, em média, entre 19,67 a 30,03 gramas. As massas de 1000 grãos mais pesadas foram dos genótipos A10ER25 (30,03 g), A10ER11 (27,27 g) A10ER28 (25,70 g) e A10ER24 (25,43 g). As cultivares testemunhas BRS Primavera, BRS Sertaneja, BRS Pepita e AN Cambará apresentaram M1000 de 25,83; 23,87; 23,67 e 21,77 g, respectivamente (Tabela 9).

Tabela 9. Massa de 1000 grãos (M1000) de genótipos de arroz de terras altas com tolerância à herbicida e de cultivares testemunhas convencionais em três ambientes em Roraima, no ano agrícola 2011

Genótipo	Ambientes*			Média
	A1	A2	A3	
BRS Primavera (t)	24,2 b B	29,6 a A	23,7 b B	25,83
BRS Sertaneja (t)	20,7 c B	24,8 c A	26,1 a A	23,87
BRS Pepita (t)	24,0 b A	23,6 c A	21,6 c A	23,67
ANCambará (t)	19,6 d B	22,2 c A	23,5 b A	21,77
A10ER5	24,0 b B	26,7 b A	23,0 c B	24,57
A10ER6	25,6 b A	24,1 c A	20,6 c B	23,43
A10ER7	21,7 c A	21,4 c A	22,5 c A	21,87
A10ER8	21,1 c A	21,4 c A	22,6 c A	21,70
A10ER9	22,2 c B	25,4 b A	21,0 c B	22,87
A10ER10	24,5 b A	25,3 b A	24,6 b A	24,80
A10ER11	27,6 a A	26,7 b A	27,5 a A	27,27
A10ER12	25,0 b A	25,2 b A	25,3 b A	25,17
A10ER13	23,5 b A	25,9 b A	23,9 b A	24,43
A10ER14	22,0 c A	23,4 c A	24,1 b A	23,17
A10ER15	23,2 b A	23,2 c A	22,1 c A	22,83
A10ER16	24,0 b A	20,4 c B	21,0 c B	21,80
A10ER17	22,4 c A	24,6 c A	24,6 b A	23,87
A10ER18	20,5 c B	25,7 b A	24,1 b A	23,43
A10ER19	22,8 c A	22,1 c A	20,0 c A	21,63
A10ER20	23,6 b A	23,6 c A	24,4 b A	23,87
A10ER21	24,9 b A	22,4 c A	23,9 b A	23,73
A10ER22	23,3 b A	23,7 c A	21,0 c A	23,67
A10ER23	23,0 c A	23,7 c A	22,9 c A	23,20
A10ER24	22,9 c B	28,1 b A	25,3 b B	25,43
A10ER25	29,5 a B	32,3 a A	28,3 a B	30,03
A10ER26	25,8 b A	25,9 b A	23,0 c A	24,90
A10ER27	22,0 c A	23,3 c A	22,5 c A	22,60
A10ER28	25,7 b A	25,6 b A	25,8 a A	25,70
A10ER29	18,3 d B	22,3 c A	20,8 c B	20,47
A10ER30	21,4 c A	23,3 c A	22,1 c A	22,27
A10ER31	17,9 d B	21,8 c A	19,3 c B	19,67
Média	23,13	24,44	23,26	23,61
CV %	7,78	8,04	10,27	—

Médias seguidas da mesma letra minúscula, na coluna, e maiúscula, na linha, pertencem ao mesmo grupo, a 5% de probabilidade pelo teste de Scott & Knott. *A1 (cerrado/plantio convencional), A2 (cerrado/plantio direto), A3 (mata alterada/plantio convencional), t- cultivares testemunhas.

Por outro lado, embora com variações entre genótipos dentro de cada ambiente, verifica-se que a variação entre ambientes para M1000 foi muito pequena, evidenciando uma condição estável para a grande maioria de cada um dos

genótipos avaliados. Isto sugere que a mudança de ambiente pouco influenciou a M1000 dos materiais. Esse resultado corrobora com os obtidos por Moura Neto et al. (2002), em cujo estudo as cultivares e linhagens testadas apresentaram comportamentos semelhantes em dois ambientes (sistemas de plantio direto e convencional).

Severidade de doenças

A severidade de doenças só foi avaliada no ambiente A3 (floresta alterada/plantio convencional), haja vista, a baixa ocorrência nos ambientes A1 e A2, não justificando mensuração.

Na Tabela 10, podem ser observadas as médias de severidade de doenças para brusone na folha (BF) e no pescoço da panícula (BP), mancha-parda (MP), escaldadura foliar (ESC), mancha-parda (MP) e mancha-do-grão (MG), para os 27 genótipos de arroz de terras altas com tolerância à herbicida e quatro cultivares testemunhas convencionais.

Tabela 10. Severidade de brusone na folha (BF), brusone na panícula (BP), escaldadura da folha (ESC), mancha parda (MP) e mancha-de-grãos (MG) em genótipos de arroz de terras altas com tolerância a herbicida e em cultivares testemunhas convencionais, em ambiente de floresta alterada (A3) em Roraima no ano agrícola de 2011

Genótipos	Severidade de Doenças (notas de 0 a 9) ¹				
	BF	BP	ESC	MP	MG
BRS Primavera (t)	3,0	3,0	6,0	3,0	3,0
BRS Sertaneja (t)	5,0	3,0	6,5	3,0	3,0
BRS Pepita (t)	4,0	3,5	6,0	4,0	3,5
AN Cambará (t)	3,5	3,0	5,5	3,0	3,0
A10ER5	5,5	3,5	6,5	4,0	3,5
A10ER6	3,2	3,0	5,0	3,0	3,0
A10ER7	2,7	3,0	5,0	3,0	3,0
A10ER8	4,5	3,0	5,5	3,5	3,5
A10ER9	4,5	3,5	5,5	4,0	3,0
A10ER10	3,0	3,0	4,5	3,0	3,0
A10ER11	4,5	3,0	6,5	4,0	3,0
A10ER12	4,5	4,0	9,0	4,0	3,5
A10ER13	4,5	3,0	9,0	3,5	3,5
A10ER14	6,5	4,0	8,0	4,5	3,5
A10ER15	6,0	4,0	8,5	4,0	3,5
A10ER16	5,5	4,0	8,5	4,5	3,5
A10ER17	4,0	3,0	3,5	3,0	3,5
A10ER18	3,5	3,0	6,5	3,5	3,0
A10ER19	4,5	3,0	4,5	3,0	3,0
A10ER20	4,0	3,0	6,0	3,5	3,0
A10ER21	4,5	3,5	6,0	3,5	3,5
A10ER22	4,5	3,5	6,0	4,0	3,5
A10ER23	4,0	3,5	4,5	3,5	3,5
A10ER24	4,5	3,5	7,0	3,5	3,0
A10ER25	4,0	3,0	8,0	3,5	3,0
A10ER26	4,5	3,5	7,0	4,5	3,5
A10ER27	4,5	3,5	6,5	3,5	3,0
A10ER28	5,0	4,0	8,5	4,0	4,0
A10ER29	4,5	3,5	7,5	3,0	3,5
A10ER30	5,0	3,0	9,0	4,5	3,5
A10ER31	7,0	4,5	9,0	4,0	3,5

¹ Escala de notas visuais: 0- nenhuma lesão; 1- menos de 1%; 3- 1-5%; 5- 6-25%; 7- 26-50% 9- 51-100% da porcentagem de área foliar afetada (BF, MP, ESC) ou proporção de espiguetas afetadas (MG) ou porcentagem do pescoço ou panículas afetadas (BP). Até 3 (resistente); acima de 3 até 5 (moderadamente resistente), acima de 5 até 7 (moderadamente suscetível) acima de 7 até 9 (suscetível).

Silva e Prabhu (2004) e Reis et al. (2007) relatam que na região tropical, o principal problema para a cultura do arroz é a incidência de doenças, principalmente brusone, que pode causar danos significativos em cultivares suscetíveis, principalmente, em ambientes de plantio convencional onde não é utilizado controle químico. Neste trabalho, a avaliação de BF, realizada aos 45 dias após a germinação, mostrou que os genótipos A10ER7 e A10ER10 apresentaram reação de resistência e os genótipos A10ER14, A10ER15, A10ER16 e A10ER31 reação de moderadamente suscetíveis a suscetíveis. Os demais apresentaram reação de moderadamente resistentes. As cultivares testemunhas apresentaram reações de resistente (BRS Primavera) a moderadamente resistente (BRS Sertaneja, BRS Pepita e AN Cambará).

Já a para BP tanto os genótipos como as cultivares testemunhas obtiveram notas dentro da faixa de resistente a moderadamente resistente.

Para outras doenças como, MP e MG as notas foram semelhantes para todos os genótipos, ou seja, com reação de resistência a moderadamente resistente, não sendo assim, fator de preocupação na seleção.

Por outro lado, chama a atenção que apenas os genótipos A10ER6, A10ER7, A10ER10, A10ER17, A10ER19 e A10ER23 tenham apresentado reação de moderadamente resistentes à escaldadura das folhas, os demais, incluindo as cultivares testemunhas foram de moderadamente suscetível a suscetível (Tabela 9), evidenciando a necessidade de serem identificadas fontes de resistência para evitar que no futuro essa doença possa causar maiores prejuízos ao arroz de terras altas, principalmente em ambientes com maior precipitação e umidade como é o caso das regiões de floresta alterada em Roraima.

Produtividade de grãos:

Produtividade e qualidade de grãos

Na Tabela 11, estão contidos os dados de produtividade de grãos dos 27 genótipos de arroz de terras altas com tolerância à herbicida e das quatro cultivares testemunhas convencionais avaliados nos três ambientes e resultados quanto ao rendimento de grãos inteiros e de cocção após o beneficiamento.

Pelos dados da Tabela 11, observa-se que a maioria dos genótipos não apresentou comportamento produtivo similar nos três ambientes de teste indicando haver interação genótipo x ambiente, como revelado na análise de variância.

Tabela 11. Produtividade de grãos em kg.ha⁻¹ em três ambientes no Estado de Roraima, médias de rendimento de grãos inteiros (RI), teor de amilose (TA) e temperatura de gelatinização (TG) de genótipos de arroz de terras altas com tolerância à herbicida e de cultivares testemunhas convencionais, no ano agrícola de 2011

Genótipo	Ambientes* (Produtividade kg.ha ⁻¹)			RI (%)	TA ¹ (%)	TG ² (nota)
	A 1	A 2	A 3			
BRS Primavera (t)	3.530 a B	3.062 c B	4.837 b A	53,5	21,9	3,8
BRS Sertaneja (t)	3.404 a B	3.184 c B	4.240 b A	58,9	23,5	4,0
BRS Pepita (t)	3.659 a B	3.268 c B	5.794 a A	51,8	23,3	3,2
AN Cambará (t)	3.831 a A	2.830 d B	4.139 c A	52,0	22,9	3,7
A10ER5	4.092 a B	4.806 a A	3.753 c B	48,9	22,6	5,0
A10ER6	3.852 a B	4.237 a B	5.526 a A	44,1	22,9	3,0
A10ER7	3.450 a B	3.893 b B	5.577 a A	64,8	23,4	3,5
A10ER8	3.461 a B	3.950 b B	5.275 a A	59,3	23,7	3,5
A10ER9	3.503 a B	2.222 d C	4.451 b A	48,3	22,5	3,2
A10ER10	3.947 a B	3.768 b B	5.244 a A	66,3	22,7	3,5
A10ER11	4.154 a A	3.710 b A	4.326 b A	63,5	24,6	3,2
A10ER12	4.107 a A	3.884 b A	3.503 c A	66,7	22,8	3,1
A10ER13	3.717 a A	3.343 c A	3.231 c A	62,8	22,3	3,0
A10ER14	4.110 a A	3.852 b A	3.294 c A	63,0	22,6	3,0
A10ER15	2.924 b A	3.393 c A	2.950 c A	57,6	23,0	3,1
A10ER16	2.658 b C	4.352 a A	3.576 c B	56,5	23,2	3,1
A10ER17	3.829 a B	4.941 a A	4.889 b A	47,9	21,3	3,1
A10ER18	3.086 b A	2.780 d A	3.388 c A	47,2	23,5	3,5
A10ER19	2.833 b B	4.900 a A	3.294 c B	54,2	23,2	3,9
A10ER20	3.802 a B	4.550 a A	3.388 c B	62,2	23,0	4,1
A10ER21	3.806 a A	3.920 b A	3.784 c A	51,3	23,4	3,9
A10ER22	3.826 a A	3.852 b A	3.503 c A	47,4	22,0	4,1
A10ER23	3.398 a A	3.654 b A	2.752 c B	50,7	22,7	3,4
A10ER24	2.976 b B	3.840 b A	3.211 c A	49,6	22,4	3,8
A10ER25	3.649 a A	4.336 a A	4.326 b A	46,6	21,0	4,1
A10ER26	3.864 a A	3.474 c A	4.316 b A	48,8	25,4	3,1
A10ER27	2.989 b B	4.219 a A	3.524 c B	47,4	23,5	3,2
A10ER28	3.278 b B	4.313 a A	3.482 c B	67,0	24,7	3,0
A10ER29	3.885 a A	3.654 b A	3.596 c A	61,0	19,3	2,1
A10ER30	3.612 a B	4.488 a A	3.690 c B	58,9	19,5	2,1
A10ER31	3.719 a B	4.425 a A	3.492 c B	54,1	18,6	2,0
CV (%)	12,2	14,3	12,4	-	-	-

Médias seguidas da mesma letra minúscula, na coluna, e maiúscula, na linha, pertencem ao mesmo grupo, a 5% de probabilidade pelo teste de Scott & Knott. *A1 (cerrado/plantio convencional), A2 (cerrado/plantio direto), A3 (floresta)

alterada/plantio convencional), t - cultivares testemunhas. ¹ TA –alto: acima de 25%; intermediário: 21 a 25%; baixo: até 20%. (TA intermediária é a mais desejada) ² TG- alta: 1-2; intermediária: 3-5; baixa: 6 - 7 (valores intermediários ou baixos são os mais desejados).

No ambiente A1 (cerrado/plantio convencional), a maioria dos genótipos apresentou produtividades sem diferenças significativas, em relação às cultivares testemunhas convencionais BRS Primavera (3.530 kg. ha⁻¹), BRS Sertaneja (3.404 kg. ha⁻¹), BRS Pepita (3.659 kg. ha⁻¹) e AN Cambará (3.831 kg. ha⁻¹), revelando possibilidades de seleção de genótipos superiores para esse ambiente e com o adicional de possuírem tolerância à herbicida. A produtividade média desses genótipos variou de 3.398 kg. ha⁻¹ a 4.154 kg. ha⁻¹. Apenas sete genótipos (A10ER15, A10ER16, A10ER18, A10ER19, A10ER24, A10ER27 e A10ER28) diferiram significativamente dos demais com produtividades mais baixas (Tabela 10).

Já no ambiente A2 (cerrado/plantio direto), os genótipos A10ER5, A10ER6, A10ER16, A10ER17, A10ER19, A10ER20, A10ER25, A10ER27, A10ER28, A10ER30 e A10ER 31 foram os mais produtivos (produtividades variando de 4.219 kg ha⁻¹ a 4.900 kg ha⁻¹) diferindo significativamente das cultivares BRS Primavera, BRS Sertaneja, BRS Pepita e AN Cambará (Tabela 11). Nota-se que os genótipos A10ER16 e A10ER28 que foram menos produtivos no ambiente A1, figuram entre os mais produtivos no ambiente A2, caracterizando interação do tipo complexa.

No ambiente A3 (floresta alterada/plantio convencional), onde foram obtidas, em média, as maiores produtividades destacaram-se a cultivar testemunha BRS Pepita (5.794 kg. ha⁻¹) e os genótipos A10ER6 (5.526 kg. ha⁻¹), A10ER7 (5.577 kg. ha⁻¹), A10ER 8 (5.275 kg. ha⁻¹) e A10ER10 (5.244 kg. ha⁻¹), que diferiram significativamente dos demais (Tabela 11).

Analisando-se os dados obtidos nos três ambientes e comparando-os com os resultados obtidos para acamamento (Tabelas 6 e 11), verifica-se que os genótipos de arroz de terras altas com tolerância à herbicida A10ER8, A10ER9, A10ER19, A10ER20, A10ER22 e A10ER24 apresentam maior suscetibilidade ao acamamento em pelo menos um ambiente e, portanto, não devem ser selecionados.

Comparando-se, ainda, o desempenho produtivo de cada genótipo em cada ambiente, verifica-se que 12 apresentaram produtividades sem diferenças significativas tanto em cultivo em cerrado com plantio convencional (A1), cerrado com plantio direto (A2) e floresta alterada com plantio convencional (A3) (Tabela 11). Esses resultados corroboram com os obtidos por Moura Neto et al. (2002) e Guedes

et al. (2006), em Goiás e por Reis et al. (2007) em Minas Gerais, que avaliaram cultivares e linhagens em sistemas de plantio direto e convencional, e verificaram que as mesmas apresentaram comportamentos semelhantes nos dois sistemas. A similaridade de comportamento dos genótipos observada nos três ambientes é um aspecto positivo, pois, permite inferir que, na prática, os materiais superiores podem ser recomendados tanto para o sistema convencional quanto para o plantio direto. Nota-se, ainda, que as maiores produtividades foram obtidas nos ambientes A2 e A3.

Com relação ao rendimento de grãos inteiros no beneficiamento e os valores relativos à qualidade de cocção, expressos em termos de teor de amilose e temperatura de gelatinização (Tabela 11), verifica-se que os genótipos de arroz de terras altas com tolerância à herbicida, A10ER7, A10ER10, A10ER11, A10ER12, A10ER13 e A10ER14 apresentaram rendimento de grãos inteiros no beneficiamento de 64,8%; 66,3%; 63,5%; 66,7%; 62,8% e 63%, respectivamente, superiores aos obtidos pelas cultivares testemunhas convencionais BRS Primavera (53,5 %), BRS Sertaneja (58,9%), BRS Pepita (51,8%) e AN Cambará (52,0%). Essa característica é importante, pois, está entre as de maior peso nas avaliações de arroz pela indústria, no momento da aquisição do produto (BRESEGHELLO et al., 2011).

O amido constitui 90% da massa do arroz beneficiado e é composto de duas frações: amilose e amilopectina. A razão amilose/amilopectina do amido está diretamente relacionada com o volume de expansão, absorção de água e resistência à desintegração do arroz durante o cozimento. Para seleção, considera-se para o arroz de terras altas, o genótipo ideal aquele que apresenta teor de amilose (TA) intermediário (21 a 25%) cujos grãos tornam-se soltos ou ligeiramente soltos após o cozimento, com boa expansão de volume, característica fundamental, segundo Cordeiro e Medeiros (2010a) para o mercado brasileiro.

A temperatura de gelatinização (TG) é importante no cozimento do arroz, onde temperaturas altas requerem mais tempo e água deixando o arroz excessivamente macio podendo desintegrar. Já temperaturas intermediárias ou baixas requerem menos tempo e água para o cozimento. A ênfase dada nos programas de melhoramento de arroz é na seleção de genótipos com valores intermediários. Genótipos com TG alta possuem TA baixo e genótipos com TG intermediária podem apresentar TA alto ou intermediário. Já TG baixo pode corresponder a qualquer TA (IRRI, 1985; VIEIRA, 2004).

Neste trabalho, todos os genótipos mostraram-se dentro do padrão desejado, ou seja, com TA e TG intermediários, com exceção para os genótipos A10ER29, A10ER30 e A10ER31, que apresentarem TA baixos (o arroz fica pegajoso na cocção) e TG baixas (Tabela 11).

Soares et al. (2011), na avaliação da qualidade de grãos da cultivar de arroz de terras altas BRS Caçula obteve teores de amilose (24,6%) e de temperatura de gelatinização (4,2) dentro dos níveis considerados intermediários, que submetidos a testes de cocção confirmaram grãos textura solta, macia e enxuta. Melo et al. (2012) também relatam teores de amilose (25%) e de temperatura da gelatinização intermediário na recomendação da cultivar de arroz de terras altas BRSGO Serra Dourada.

Adaptabilidade e Estabilidade Produtiva

Na Tabela 12, estão os resultados obtidos com as análises de estabilidade fenotípica para produtividade de grãos pelo método de Annicchiarico (1992) dos 27 genótipos de arroz de terras altas com tolerância à herbicida e quatro cultivares testemunhas convencionais, avaliados em três ambientes de Roraima, no ano agrícola 2011.

Tabela 12. Médias gerais (MG) e em ambientes favoráveis (MF) e estabilidade fenotípica geral (WiG) e em ambientes favoráveis (WiF) pelo método de Annicchiarico (1992) de genótipos de arroz de terras altas com tolerância à herbicida e de cultivares testemunhas convencionais, avaliados em três ambientes em Roraima, no ano agrícola 2011

Genótipos	Parâmetros			
	MG	WiG	MF	WiF
BRS Primavera (t)	3.810	94,04	3.950	92,23
BRS Sertaneja (t)	3.609	91,43	3.712	89,87
BRS Pepita (t)	4.240	102,22	4.531	103,27
AN Cambará (t)	3.600	89,63	3.484	82,71
A10ER5	4.217	106,60	4.279	103,22
A10ER6	4.538	113,99	4.881	118,70
A10ER7	4.307	105,88	4.735	112,89
A10ER8	4.229	105,26	4.613	111,62
A10ER9	3.392	81,32	3.336	74,12
A10ER10	4.319	108,50	4.506	108,08
A10ER11	4.063	104,15	4.018	100,02
A10ER12	3.831	97,30	3.693	91,54
A10ER13	3.430	87,19	3.287	82,54
A10ER14	3.752	94,54	3.573	87,68
A10ER15	3.089	79,17	3.172	78,07
A10ER16	3.529	86,85	3.964	96,54
A10ER17	4.553	116,12	4.915	123,94
A10ER18	3.084	78,95	3.084	76,06
A10ER19	3.676	88,86	4.097	96,04
A10ER20	3.913	98,33	3.969	94,87
A10ER21	3.837	99,24	3.852	96,70
A10ER22	3.727	95,44	3.677	91,28
A10ER23	3.268	82,05	3.203	76,73
A10ER24	3.342	84,79	3.525	86,14
A10ER25	4.104	106,06	4.331	109,39
A10ER26	3.885	99,25	3.895	95,68
A10ER27	3.577	89,86	3.871	94,58
A10ER28	3.691	93,18	3.898	94,61
A10ER29	3.712	95,11	3.625	91,33
A10ER30	3.930	99,80	4.089	99,60
A10ER31	3.879	98,18	3.959	95,68
Média	3.810	-	3.926	-

(t) – testemunha.

O método de Annicchiarico (1992), utiliza o índice de confiança da performance de um determinado genótipo com relação à média do ambiente, ou seja, estima a probabilidade de um determinado genótipo apresentar desempenho abaixo da média do ambiente. Neste trabalho, só foi possível estimar parâmetros de estabilidade para

os ambientes em geral e para ambientes favoráveis, já que só um ambiente foi considerado desfavorável.

Neste sentido, oito genótipos apresentaram índice de confiança superior a 100%, A10ER17, A10ER6, A10ER7, A10ER8, A10ER25, A10ER10, A10ER5 e A10ER11 sendo assim, como os de menores riscos de serem adotados pelos produtores, considerando os ambientes em geral e os ambientes favoráveis. Desses os que apresentaram os maiores índices de estabilidade foram o A10ER17 e A10ER6, por apresentarem, na pior das hipóteses, produtividades médias de grãos superiores em 16,12% e 13,99% (ambiente geral) e 23,94% e 18,70 (ambiente favorável), respectivamente, à média do ambiente. A única cultivar testemunha que mostrou boa estabilidade foi a BRS Pepita (102,22 e 103,27 para ambientes geral e favorável). Ressalta-se, ainda, que os genótipos supracitados também apresentaram boas adaptabilidades com médias de produtividade acima de 4.000 kg.ha⁻¹, que foram na maioria dos casos superiores à maior média de produtividade de grãos que foi obtida pela cultivar testemunha BRS Pepita (Tabela 12). Este método tem sido utilizado para avaliar a adaptabilidade e estabilidade de genótipos, podendo-se citar os trabalhos de Atroch (2000), Melo et al. (2005) e Silva et al. (2008) com arroz de terras altas e Arruda (2011) com feijão-caupi.

Na Tabela 13, estão os resultados obtidos com as análises de estabilidade fenotípica para produtividade de grãos pelo método de Wricke (1965) dos 27 genótipos de arroz de terras altas com tolerância à herbicida e quatro cultivares testemunhas convencionais, avaliados em três ambientes de Roraima, no ano agrícola 2011.

Tabela 13. Médias gerais (MG) e estabilidade fenotípica por ecovalência (Wi) (método de Wricke, 1965) de genótipos de arroz de terras altas com tolerância à herbicida e de cultivares testemunhas convencionais, avaliados em três ambientes em Roraima, no ano agrícola 2011

Genótipo	W i	CR. (%)	Média (kg.ha ⁻¹)
BRS Primavera (t)	5171025,60	5,24	3.810
BRS Sertaneja (t)	1576223,85	1,60	3.609
BRS Pepita (t)	11835454,94	12,03	4.240
AN Cambará (t)	3882124,62	3,94	3.600
A10ER5	3056819,19	3,10	4.217
A10ER6	3746221,72	3,80	4.538
A10ER7	6934187,43	7,04	4.307
A10ER8	4396852,45	4,47	4.229
A10ER9	9196595,97	9,34	3.392
A10ER10	3533416,63	3,59	4.319
A10ER11	1023334,00	1,04	4.063
A10ER12	2152681,59	2,19	3.831
A10ER13	1767654,17	1,79	3.430
A10ER14	3143766,97	3,19	3.752
A10ER15	776997,79	0,78	3.089
A10ER16	4237823,89	4,30	3.529
A10ER17	1552644,75	1,58	4.553
A10ER18	710096,07	0,72	3.084
A10ER19	8537880,74	8,67	3.676
A10ER20	3633370,02	3,69	3.913
A10ER21	429415,64	0,43	3.837
A10ER22	1194656,30	1,21	3.727
A10ER23	3081012,39	3,13	3.268
A10ER24	1385050,60	1,40	3.342
A10ER25	363919,67	0,37	4.104
A10ER26	1173254,53	1,19	3.885
A10ER27	2259263,41	2,29	3.577
A10ER28	2199373,02	2,23	3.691
A10ER29	1085791,19	1,10	3.712
A10ER30	1913713,02	1,94	3.930
A10ER31	2462621,87	2,50	3.879
Média	-	-	3.810

CR- contribuição relativa do genótipo para a interação genótipo x ambiente
(t) – testemunha.

Pelos dados da Tabela 13, verifica-se que os genótipos A10ER25, A10EER18 e A10ER15, foram os que apresentaram maior estabilidade. Desses houve concordância com a análise feita pelo método de Annicchiarico (1992), apenas para o genótipo A10ER25. A cultivar BRS Pepita que foi a mais estável, entre as

testemunhas pelo método de Wricke (1965), figura como a que mais contribuiu para a interação, ou seja, foi a menos estável.

Observa-se, ainda, que os genótipos mais estáveis apresentaram menor adaptabilidade, ou seja, menor produtividade de grãos, o que não é desejável do ponto de vista agrônomo (Tabela 13).

Segundo Cruz et al. (2004), o método de Wricke (1965) apresenta a vantagem em poder ser aplicado em situações que se dispõe de um número restrito de ambientes, como por exemplo, um mínimo de três ambientes como foi usado neste trabalho, mas como desvantagem, possui o fato dos genótipos, em que pese mostrarem estabilidade, serem, em geral, menos produtivos.

No entanto, a ecovalência tem sido utilizada em vários trabalhos para avaliar a estabilidade produtiva, principalmente na cultura da soja (OLIVEIRA et al., 2006; SILVA; DUARTE 2006; ROCHA et al., 2009). De acordo com os autores, o método mostrou-se bastante prático para avaliar a estabilidade fenotípica, porém a seleção foi mais eficiente quando combinou a ecovalência com o desempenho médio dos genótipos.

Por outro lado, verifica-se que apesar da não concordância entre os métodos, a grande maioria dos genótipos apresentaram boa estabilidade pelo método do Wricke (1965).

5.6. CONCLUSÕES

Nas condições em que foi desenvolvido este trabalho pode-se concluir que:

1. A floração média (50%) ficou na faixa dos 65 a 70 dias, que implica em ciclo cultural em torno de 100 a 105 dias no máximo, respectivamente, adequados para as condições locais. Os ciclos mais precoces ocorreram quando semeados em ambiente de floresta alterada em plantio convencional e os ciclos mais tardios em ambiente de cerrado com plantio direto;

2. A altura de planta apresenta média de 107 cm, com amplitude de 92 a 125 cm. As plantas mostraram-se mais altas e apresentam maior predisposição para o acamamento quando semeadas em ambientes de floresta alterada com plantio convencional;

3. Os genótipos de arroz de terras altas com tolerância à herbicida, em áreas de cerrado, foram mais altos quando semeados em plantio direto, sem apresentar acamamento;

4. O número de panículas por m² obtido por genótipos de arroz com tolerância à herbicida foi semelhante nos ambientes de cerrado (plantios convencionais e direto) e floresta alterada (plantio convencional), em relação a cultivares testemunhas convencionais;

5. Genótipos de arroz de terras altas com tolerância à herbicida apresentaram maior número de grãos por panícula em ambiente de cerrado, tanto em plantio convencional como em plantio direto;

6. A massa de 1000 grãos foi semelhante e pouco variável nos diferentes ambientes;

7. A doença fúngica escaudadura das folhas foi a que apresentou maior severidade para os genótipos de arroz de terras altas com tolerância à herbicida e para as cultivares testemunhas convencionais BRS Primavera, BRS Sertaneja, BRS pepita e AN Cambará, com reações de suscetibilidade, em ambiente de floresta alterada e plantio convencional;

8. Os genótipos de arroz de terras altas com tolerância à herbicida, A10ER7 (BRS Pepita////Cypress CL), A10ER10 (CNA 9023////Cypress CL) e A10ER11 (BRA 01504////Cypress CL), foram os mais promissores para futuros lançamentos em Roraima por apresentarem alta produtividade (média de 4.000 kg.ha⁻¹), na média de todos os ambientes (adaptabilidade), estabilidade produtiva, resistência ao acamamento, a doenças, elevado rendimento de grãos inteiros (acima de 60%), e grãos boas qualidades para cocção.

9. A cultivar BRS Pepita foi a mais produtiva entre as cultivares testemunhas convencionais utilizadas.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGRIANUAL. ANUÁRIO DA AGRICULTURA BRASILEIRA. AGRAFNP Pesquisas Ltda. São Paulo-SP, p. 185-191, 2010.

ANNICCHIARICO, P. Cultivar adaptation and recommendation from alfafa trials in Northern Italy. **Journal of Genetics and Plant Breeding**, v. 46, p. 269-278, 1992.

ARRUDA, K. R. de A. **Características agronômicas, adaptabilidade e estabilidade produtiva de genótipos de feijão caupi de porte semiereto no Estado de Roraima**. 2011. 69p. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Universidade Federal de Roraima, Boa Vista, 2011.

ATROCH, A. L.; SOARES, A. A.; RAMALHO, M. A P. Adaptabilidade e estabilidade de linhagens de arroz de sequeiro testadas no estado de Minas Gerais. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 24, p. 541-548, 2000.

BARBERENA, D. da S.; MEDEIROS, R. D. de; BARBOSA, G. F. Desenvolvimento e produtividade de arroz irrigado em resposta a diferentes doses de fósforo e potássio em várzea de primeiro ano, no Estado de Roraima. Lavras: **Ciência e Agrotecnologia**, v.35, p. 462-470, 2011.

BASF. Sistema de produção Clearfield na rizicultura irrigada por superfície. **Irrigação & Tecnologia Moderna**, v. 64, p. 52-55, 2004.

BRAGA, R. **A agropecuária em Roraima (Considerações históricas, de produção e geração de conhecimento)**. Boa Vista: Embrapa Roraima, 1998. 34p. (Embrapa Roraima. Documentos, 1).

BRAGA, R. M.; CORDEIRO, A. C. C.; MARIANO, F. da S.; MARIANO, F. da S. **Mercado varejista de arroz em Boa Vista, Roraima**. Boa Vista: Embrapa Roraima, 2009. 32p. (Embrapa Roraima. Documentos, 18).

BRESEGHELLO, F.; MORAIS, O. P de; CASTRO, E. da M.; CASTRO, A. P. de; UTUMI, M. M; LOPES, A. M de; PEREIRA, J. A. de; CORDEIRO, A. C. C; SOUZA, N. R. G. de LOBO, V. L. da S.; SOARES, A. A.; GUIMARÃES, C. M.; BASSINELLO, P. Z.; FONSECA, J. R.; KOAKUZU, S. N.; PRABHU, A. S. **BRS Pepita: cultivar de arroz de terras altas produtivas e precoce**. Santo Antônio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão, 2007. 4p. (Embrapa Arroz e Feijão. Comunicado Técnico, 150).

BRESEGHELLO, F.; MORAIS, O. P.; PINHEIRO, P. V.; SILVA, A. C. S.; CASTRO, E. M.; GUIMARÃES, E. P.; CASTRO, A. P.; PEREIRA, J. A.; LOPES, A. M.; UTUMI,

M. M.; OLIVEIRA, J. P. Results of 25 Years of Upland Rice Breeding in Brazil. **Crop Science**, v. 51, p. 914-923, 2011.

BRESEGHELLO, F.; MORAIS, O. P. de; CASTRO, E. da M.; PEREIRA, J. A.; UTUMI, M. M.; LOPES, A. M. de; CORDEIRO, A. C. C.; BASSINELLO, P. Z.; FONSECA, J. R.; PRABHU, A. S.; PETERS, V.; SOARES, A. A. **BRS Sertaneja: cultivar precoce de arroz de terras altas**. Santo Antônio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão, 2006. 4p. (Embrapa Arroz e Feijão. Comunicado Técnico, 123).

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 cloromequat. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.41, p.1731-1737, 2006.

CARBONELL, S. A. M.; CHIORATO, A. F.; RESENDE, M. D. V.; DIAS, L. A. S.; BERALDO, A. L. A.; PERINA, E. F. Estabilidade de cultivares e linhagens de feijoeiro em diferentes ambientes no estado de São Paulo. **Bragantia**, v.66, p.193-201, 2007.

CARNEIRO, P. C. S. **Novas metodologias de análise da adaptabilidade e estabilidade de comportamento**. 1998. 128f. Tese (Doutorado em Genética e Melhoramento) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 1998.

CASTRO, A. P.; MORAIS, O. P. de; CASTRO, E. da M.; BRESEGHELLO, F.; LOPES, A. de M. L.; UTUMI, M. M.; PEREIRA, J. de A.; CORDEIRO, A. C. C.; LOBO, V. L. da S.; SOARES, A. A.; SOUZA, N. R. G. de; FONSECA, J. R.; BASSINELLO, P. Z.; GUIMARÃES, C. M.; KOAKUZU, S. N.; PRABHU, A. S. **BRS Monarca: cultivar de arroz de terras altas com excelência em qualidade de grãos**. Santo Antônio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão, 2007, 4p. (Embrapa Arroz e Feijão. Comunicado Técnico, 148).

CASTRO, E. da M.; BRESEGHELLO, F.; RANGEL, P. H. N.; MORAIS, O. P. de. Melhoramento do Arroz. In: Borém, A., (ed). **Melhoramento de Espécies Cultivadas**. UFV, Viçosa, Minas Gerais, 2005, p.104-140.

CONAB. Arroz – Brasil 2011. **Série Histórica de: área, produtividade e produção**. Disponível em: <http://www.conab.gov.br>. Acessado em: 19/09/2012.

CONAB. Arroz – Brasil 2012. **Série Histórica de: área, produtividade e produção**. Disponível em: <http://www.conab.gov.br>. Acessado em: 15/03/2013.

CORDEIRO, A. C. C. **Aimoré: cultivar de arroz recomendada para a agricultura familiar**. Boa Vista: Embrapa Roraima, 2004. (Embrapa Roraima. Folder 021/2004).

CORDEIRO, A. C. C. **BRS Talento: nova cultivar de arroz de terras altas para Roraima**. Boa Vista: Embrapa Roraima, 2002a. 4p. (Embrapa Roraima. Comunicado Técnico, 13).

CORDEIRO, A. C. C. **Desenvolvimento, avaliação e lançamento da cultivar de arroz confiança para Roraima**. Boa Vista: Embrapa Roraima, 1996. 5p. (Embrapa Roraima. Comunicado Técnico, 03).

CORDEIRO, A. C. C. MEDEIROS, R. D. de; MARSARO JÚNIOR, A. L.; NECHET, K. de L. **Recomendações Técnicas para o Cultivo do Arroz Irrigado em Várzeas de Roraima**. Boa Vista: Embrapa Roraima, 2009. 19 p. (Circular Técnica, 06).

CORDEIRO, A. C. C. **O cultivo do arroz irrigado em Roraima**. In: BARBOSA, R. I. Barbosa, R. I.; Xaud, H. A. M.; Costa e Souza, J. M. Savanas de Roraima: etnoecologia, biodiversidade e potencialidades agrossilvipastoris. Boa Vista: Femact - RR, 2005, 202p.

CORDEIRO, A. C. C. Produtividade de grãos de cultivares recomendada e de linhagens promissoras de arroz de terras altas para Roraima no período de 1997 a 2001. In: CONGRESSO DA CADEIA PRODUTIVA DO ARROZ, 1.; REUNIÃO NACIONAL DE PESQUISA DE ARROZ-RENAPA, 7- Santo Antônio de Goiás, **Anais...** p. 192-193, 2002b.

CORDEIRO, A. C. C.; MEDEIROS, R. D. de. BRS Jaçanã e BRS Tropical: cultivares de arroz irrigado para os sistemas de produção de arroz em várzea de Roraima. **Revista Agro@ambiente On line**, v. 4, p. 67-73, 2010.

CORDEIRO, A. C. C.; MEDEIROS, R. D. de. **Desempenho produtivo da cultivar de arroz de terras altas BRS Sertaneja em Roraima no período de 2002 a 2006**. Boa Vista: Embrapa Roraima, 2010a. 24p. (Embrapa Roraima. Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento, 25).

CORDEIRO, A. C. C.; MEDEIROS, R. D. de. Desempenho produtivo de genótipos de arroz oriundos de hibridação interespecífica entre *Oryza sativa* e *Oryza glumaepatula*, em várzea de Roraima. **Amazônia: Ciência e Desenvolvimento**. Banco da Amazônia. v. 5, p 7-15, 2010b.

CORDEIRO, A. C. C.; MEDEIROS, R. D. de.; GIANLUPPI, D.; PEREIRA, P. R. V. da S. **O Cultivo do arroz irrigado em Roraima**. Boa Vista: Embrapa Roraima, 2004. 26p. (Embrapa Roraima. Documentos 01).

CORDEIRO, A. C. C.; MEDEIROS, R. D. de; GIANLUPPI, D.; DO Ó, W. C. R. Considerações sobre o ecossistema várzea e atividades de pesquisa em Roraima. In: WORKSHOP SOBRE AS POTENCIALIDADES DE USO DO ECOSSISTEMA DE

VÁRZEA DA AMAZÔNIA, 1, 1996 a, Boa Vista-RR. **Anais...** Manaus: Embrapa-CPAA, 1996. p. 54-61.

CORDEIRO, A. C. C.; MEDEIROS, R. D. de; SMIDERLE, O. J. **Cultivares de arroz de sequeiro recomendadas para Roraima**. Boa vista: Embrapa Roraima, 2001. 5p. (Embrapa Roraima. Comunicado Técnico, 02).

CORDEIRO, A. C. C.; RANGEL, P. H. N.; MEDEIROS, R. D. **Avaliação de genótipos de arroz irrigado portadores de gene para tolerância à herbicida em várzea de Roraima**. Boa Vista: Embrapa Roraima, 2010a. 18 p. (Boletim de pesquisa e desenvolvimento).

CORDEIRO, A. C. C.; RANGEL, P. H. N.; MEDEIROS, R. D. de. **Avaliação de Genótipos de Arroz Irrigado Portadores de Gene para Tolerância a Herbicida em Várzea de Roraima**. Boa Vista: Embrapa Roraima, 2010b. 24p. (Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento, 21).

CORDEIRO, A. C. C.; SUHRE, E.; MEDEIROS, R. D. de; VILARINHO, A. A. Sistemas de cultivo e manejo de água na produção de diferentes genótipos de arroz em várzea, no Estado de Roraima. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v 40, p 362-369, 2010.

CORDEIRO, A. C. C.; MEDEIROS, R. D. de. **Características e desempenho produtivo de cultivares de arroz de terras altas recomendadas para Roraima**. Boa Vista: Embrapa Roraima, 2008. 07p. (Embrapa Roraima. Circular Técnica, 02).

CORDEIRO, A. C. C.; MEDEIROS, R. D. de.; PEREIRA, P. R. V. da S.; MOREIRA, M. A. B. **Orientações técnicas para o cultivo do arroz de terras altas em Roraima**. Boa Vista: Embrapa Roraima, 2003. 21 p. (Embrapa Roraima. Circular Técnica, 01).

CROUGHAN, T. P. **Herbicide Resistant Rice**. U.S. patent 5,773,704. 1998.

CROUGHAN, T. P. Herbicide-resistant rice offers potential solution to red rice problem. **Louisiana Agriculture**, v.39, p.10-12. 1996.

CRUZ, C. D. **Programa Genes**: versão Windows: aplicativo computacional em genética e estatística. Viçosa, MG: UFV, 2001. 648p.

CRUZ, C. D.; CARNEIRO, P. C. S. **Modelos biométricos aplicados ao melhoramento genético**. v. 2. Viçosa: ed. UFV, 2003. 585p.

CRUZ, C. D.; REGAZZI, A. J. **Modelos biométricos aplicados ao melhoramento genético**. 2 ed. Viçosa: UFV, 1997. 390p.

CRUZ, C. D.; REGAZZI, A. J. **Modelos biométricos aplicados ao melhoramento genético**. Viçosa: UFV, 1994. 390p.

CRUZ, C. D.; REGAZZI, A. J.; CARNEIRO, P. C. S. **Modelos biométricos aplicados ao melhoramento genético**. Viçosa - MG: UFV, v.1, 2004, 480p.

CRUZ, C. D.; REGAZZI, A. J.; CARNEIRO, P. C. S. **Modelos biométricos aplicados ao melhoramento genético**. v. 1. Viçosa: ed. UFV, 2003. 479p.

CRUZ, C. D.; TORRES, R. A.; VENCOSKY, R. An alternative approach to the stability analysis proposed by Silva e Barreto. **Revista Brasileira de Genética**, v.12, p. 567-580, 1989.

EBERHARDT, D. S.; NOLDIN J. A. Dano causado por arroz vermelho (*Oryza sativa*) em lavouras de arroz irrigado, sistema pré-germinado. *In: IV Congresso Brasileiro de Arroz Irrigado, Anais...* Santa Maria, RS. p.184-186. 2005.

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

EMBRAPA ARROZ E FEIJÃO. 2011. Disponível em: <http://www.agencia.cnptia.embrapa.br/gestor/arroz/arvore/CONT000fok5vmke02wyiv80bhgp5prthhjx4.html>> Acesso em: 29 jan. 2011

EMBRAPA ARROZ E FEIJÃO. **Dados conjunturais do arroz (área, produção e rendimento) Brasil – 1986 a 2010**. 2012. Disponível em: <<http://www.cnpaf.embrapa.br/apps/socioeconomia/index.htm>>. Acesso em: 30 jan. 2012.

EMBRAPA. EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. Serviço Nacional de Levantamento e Conservação de Solos. **Manual de métodos de análise de solo**. 2. ed. Rio de Janeiro: Embrapa-CNPS, 1997, 212p.

EMBRAPA. EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. 2. ed. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2006.

FAGERIA, N. K. Deficiência hídrica em arroz de cerrado e resposta ao fósforo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 15, p.259-265, 1980.

FAGERIA, N. K. MOREIRA, A.; COELHO, A. M. Yield and yield components of upland rice as influenced by nitrogen sources. **Journal of Plant Nutrition**, Athens, v. 34, p. 361-370, 2011.

FAGERIA, N. K. Yield physiology of rice. **Journal of Plant Nutrition**, Athens, v. 30, p. 843-879, 2007.

FAGERIA, N. K.; SLATON, N. A.; BALIGAR, V. C. Nutrient management for improving lowland rice productivity and sustainability. **Advance Agricola**, v.80, p. 63-152, 2003.

FAGUNDES, P. R. MAGALHÃES JR. A. M. de; PETRINI, J. A.; ANDRES, A.; FRANCO, D. F.; NUNES, C. D.; SEVERO, A. VIEGAS, A. D. Avaliação de cultivares recomendadas de arroz irrigado da Embrapa, no Rio Grande do Sul, 2006/07. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ARROZ IRRIGADO, 6.; REUNIÃO DA CULTURADO ARROZ IRRIGADO, 28., 2007, Porto Alegre. **Anais...** Porto Alegre: Orium, 2007. p. 35-37.

FAOSTAT – **Food and Agriculture Organization of the United Nations**. Disponível em: < <http://faostat.fao.org/>>. Acesso em 20 de julho de 2012.

FEHR, W. R. Principles of cultivars development. New York: Macmillan, 1987, 536p.

FERREIRA, C. M.; DEL VILLAR, P. M. Aspectos da produção e do mercado de arroz. **Informe Agropecuário**, v. 25, p. 11-18, 2004.

FINLAY, K. W.; WILKINSON, G. N. The analysis of Adaptation in a Plant-Breeding Programe. **Australian Journal Agricultural Research**. v.14, p.742-754, 1963.

FLECK, N. G.; AGOSTINETTO, D.; RIZZARDI, M. A.; BIANCHI, M. A.; MENEZES, V. G. Interferência de plantas concorrentes em arroz irrigado modificado por métodos culturais. Viçosa: **Planta Daninha**, v. 22, p. 19-28, 2004.

FONSECA, J. R; CASTRO E. M.: MORAIS O. P. **Tempo de prateleira de cultivares de arroz de terras altas**. Santo Antônio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão 2005. 4p. (Embrapa Arroz e Feijão. Comunicado Técnico, 98).

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

FREITAS, L. B. de. **Silício na tolerância ao alumínio por plantas de arroz**. 2011. 100 f. Dissertação (Mestrado) - Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agrônômicas, Botucatu, 2011.

GOMES, A. da S. PAULETTO, E. A.; PETRINI, J. A.; SOUSA, R. O. Manejo da água em arroz irrigado: implicações e recomendações técnicas. In: GOMES, A. de S.; PAULETTO, E. A (Orgs.). Manejo de solo e da água em áreas de várzea. Pelotas: Embrapa Clima Temperado, 1999. p. 163-200.

GRUNVALD, A K.; CARVALHO, C.G. P.; OLIVEIRA, A C. B.; ANDRADE, C. A B. Adaptabilidade e estabilidade de genótipos de girassol nos Estados do Rio Grande do Sul e Paraná. Lavras: **Ciência e Agrotecnologia**, v.33, p. 1195-1204, 2009.

GUEDES, J. M.; REIS M. S.; SOARES A. A.; CORNÉLIO V. M. O.; COSTA JUNIOR, G. A.; SOARES P. C. Desempenho de cultivares e linhagens de arroz de terras altas avaliada sob sistema plantio direto e convencional. *In*: Seminário de Iniciação Científica e Tecnológica, 3. Epamig/Fapemig, Belo Horizonte. **Resumos**, 2006, p. 153-157.

GUIMARÃES, C. M.; STONE, L. F.; CASTRO, E. da M. de. Comportamento de cultivares de arroz de terras altas no sistema plantio direto em duas profundidades de adubação. **BioScience Journal**, Uberlândia, v. 22, p. 53-59, 2006.

GULARTE, M. A. **Arroz: propriedades de consumo e preferências do consumidor**. www.congressorizicola.org.br, 2004.

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Indicadores IBGE. **Estatística da Produção Agrícola**. Maio/2008. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br>>. Acesso em: 10 set. 2011.

IRRI - INTERNATIONAL RICE RESEARCH INSTITUTE. **Rice grain quality and marketing**. International Rice Research conference, Los Bãnos, Laguna, Philippines. 1-5, 1985.

IRRI - INTERNATIONAL RICE RESEARCH INSTITUTE. **Standard evaluation system for rice**. Manila: INGER/Genetic Resources Center, 1996. 52p

KLUTHCOUSKI, J. FANCELLI, A. L.; DOURADO-NETO, D.; RIBEIRO, C. M.; FERRARO, L. A. Manejo do solo e o rendimento de soja, milho, feijão e arroz em plantio direto. **Scientia Agricola**, v. 57, p. 97-104, 2000.

LAMEGO, F. P. FLECK, N. G.; BIANCHI, M. A.; SCHAEGLER, C. E. Tolerância à interferência de plantas competidoras e habilidade de supressão por genótipos de

soja - II. Resposta de variáveis de produtividade. **Planta Daninha**, v. 22, p. 491-498, 2004.

LAVORANTI, O. J. **Estabilidade e adaptabilidade fenotípica através da reamostragem “BOOTSTRAP” no modelo AMMI**. 2003. 166p. Tese (Doutorado) – Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba, 2003.

LEITES, A.; ULBRICH, A.; VIEIRA, R. S. Sistema CLEARFIELD no controle de arroz vermelho e outras plantas daninhas de importância na cultura do arroz irrigado. *In*: CONGRESSO BRASILEIRO DE ARROZ IRRIGADO, 2, 2001; REUNIÃO DA CULTURA DO ARROZ IRRIGADO, 24, 2001, Porto Alegre. **Anais...** Porto Alegre: Instituto Rio Grandense do Arroz, 2001. p. 601-603.

LIN, C. S.; BINNS, M. R. A superiority measure of cultivar performance for cultivars x location data. **Canadian Journal of Plant Science**, v.68, p.193- 198, 1988.

LOPES, M. C. B.; ROSSO, A. F. de; LOPES, S. I. G.; CARMONA, P. S.; LEITES, A.; ULBRICH, A.; LOUZANO, L. C. IRGA 422CL a cultivar desenvolvida para o Sistema de Produção CLEARFIELD Arroz. **Lavoura Arrozeira**, Porto Alegre, p.33-38, 2004.

MEDEIROS, R. D. de GHELFI FILHO, H.; DARIO, G. J. A.; BOTREL, T.; COSTA, M. C. Efeito do manejo da água e de herbicidas na cultura do arroz (*Oryza sativa*, L.) irrigado. **Irriga**, v. 2, p. 38-49, 1997.

MEDEIROS, R. D. de; CORDEIRO, A. C. C.; BENDAHAN, A. B. **Irrigação e manejo de água para a cultura do arroz irrigado em Roraima**. Boa Vista: Embrapa Roraima, 2008. 8p. (Embrapa Roraima. Circular Técnica, 4).

MELO, P. G. S. M.; 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 Family agriculture in the State of Goiás. **Crop Breeding and Applied Biotechnology**, v. 12, p. 227-229, 2012.

MELO, P. G. S.; MELO, L. C.; SOARES, A. A.; LIMA, L. M. de; REIS, M. S. R.; JULIATTI, F. C.; CORNÉLIO, V. M. O. Study of interaction genotypes x environments in the selection process of upland rice. **Crop Breeding and Applied Biotechnology**, v. 5, p. 38-46, 2005.

MORAIS, L. K. **Adaptabilidade e estabilidade fenotípica em soja nos Estados de Mato Grosso e Mato Grosso do Sul**. 2005. 98p. Tese (Doutorado). Escola de Agronomia e Engenharia de Alimentos, Universidade Federal de Goiás, Goiânia, 2005.

MORAIS, O P.; CASTRO, E. M.; SANT'ANA, E. P. Selección recurrente en arroz de Secano en Brasil. *In*: Guimarães, E. I. P. (Ed.) **Selección recurrente en arroz**. Cali, Colombia: Centro Internacional de Agricultura Tropical, 1997. p. 99-118.

MORAIS, O. P. de; PRABHU, A. S.; CASTRO, E. da M. de. Seleção para resistência à brusone no programa de melhoramento de arroz de terras altas da Embrapa. *In*: CONGRESSO BRASILEIRO DA CADEIA PRODUTIVA DE ARROZ, 2.; REUNIÃO NACIONAL DE PESQUISA DE ARROZ, 8., 2006, Brasília, DF. **Anais...** Santo Antônio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão, 2006. 1 CD-ROM.

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**, v. 26, p. 904-910, 2002.

MOURÃO JR. M. C; XAUD, H. A. M; OLIVEIRA JÚNIOR, J. O. L de; MOURA NETO, M. A de; SMIDERLE, O. J.; PEREIRA, P. R. V. da S.; GIANLUPPI, V. **Precipitação pluviométrica em áreas de savana de Roraima: campos experimentais Monte Cristo e Água Boa**. Boa Vista: Embrapa Roraima, 2003a. 06p. (Comunicado Técnico, 12).

MOURÃO JR. M.C.; XAUD, M. R; XAUD, H. A. M; MOURA NETO, M. A de; ARCO VERDE, M. F.; PEREIRA, P. R. V. da S. **Precipitação pluviométrica em áreas de transição savana-mata de Roraima: campos experimentais Serra da Prata e Confiança**. Boa Vista: Embrapa Roraima, 2003b. 07p. (Comunicado Técnico, 17).

NASCENTE, A. S.; KLUTHCOUSKI, J.; RABELO, R. R.; OLIVEIRA, P. de 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**, v.41, p.60-65, 2011.

NUNES, G. H. S; RESENDE, G. D. S. P. M; RAMALHO, M. A. P; SANTOS, J.B.S.Implicações da interação genótipos x ambientes na seleção de clones de eucalipto. **Cerne**,8:49-58.2002

OLIVEIRA, M. A. R.; PÍPOLO, V. C.; SCHUSTER, I.; VICENTE, D.; DELLAGOSTIN, M.; OLIVEIRA, E. F. Soybean stability and adaptability in Southern and Central Brazil. **Crop Breeding and Applied Biotechnology**, v. 6, p. 55-64, 2006.

OTTIS, B. V.; CHANDLER, J. M.; MCCAULEY, G. N. Imazethapyr application methods and sequences for imidazolinone-tolerant rice (*Oryza sativa*). **Weed Technology**, v. 17, p. 526- 533, 2003.

PEREIRA, H. S.; MELO, L. C.; FARIA, L. C.; DEL PELOSO, M. J.; WENDLAND, A. Estratificação ambiental na avaliação de genótipos de feijoeiro comum tipo o Carioca

em Goiás e no Distrito Federal. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.45, p. 554-562, 2010.

PEREIRA, H. S.; MELO, L. C.; PELOSO, M. J. D; FARIA, L. C. de; COSTA, J. G. C.; DIAZ, J. L. C.; RAVA, C. A.; WENDLAND, A. Comparação de métodos de análise de adaptabilidade e estabilidade fenotípica em feijoeiro-comum. Brasília: **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 44, p. 374-383, 2009.

PINHEIRO, B. da S. Características morfofisiológicas da planta relacionadas à produtividade. In: SANTOS, A. B. dos; STONE, L. F.; VIEIRA, N. R. de A. (Ed.). **A cultura do arroz no Brasil**. 2. ed. rev. ampl. Santo Antônio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão, 2006. p. 209-256.

PINHEIRO, B. da S. **Cultivo do arroz de terras altas**. EMBRAPA Arroz e Feijão. Sistemas de Produção N° 1, ISSN 1679-8869, Versão eletrônica, jul. de 2003.

PINHEIRO, B. S.; FERREIRA, C. M.; MORAIS, O. P.; CASTRO, E. M. Arroz de terras altas: uma inovação que adequou o produto tropical às expectativas do mercado. In: Albuquerque, A C. S.; Silva, A. G. (ed). **Agricultura Tropical: quatro décadas de inovações tecnológicas, institucionais e políticas**. Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica, 2008. p. 103-124.

PORTO, W.S; CARVALHO, C.G.P; PINTO, R.J.B. Adaptabilidade e estabilidade como critérios para seleção de genótipos de girassol. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**. Brasília, v.42.n.4, p. 491-499. abr.2007.

PLAISTED, R. L.; PETERSON, L. C. A technique for evaluating the ability of selections to yield consistently in different locations or seasons. **American Potato Journal**, v. 36, p. 381-385, 1959.

PLANETA ARROZ. **O novo jogo do arroz**. Casa Brasil (ed.) ed. 45. 42 p. 2013.

RAMALHO, M. A. P; ABREU, A. F. B; SANTOS, J. B. dos; NUNES, J. A. R. **Aplicações da genética quantitativa no melhoramento de plantas autógamas**. Lavras: ed. UFLA, 2012. 522p.

RANGEL, P. H. N. **Conversão de cultivares /linhagens de arroz para tolerância ao herbicida do grupo das imidazolinonas**. Embrapa/CNPAF: Embrapa/Basf: Goiânia, 2008. 92p. (Relatório Técnico).

RANGEL, P. H. N. **Conversão de cultivares/linhagens de arroz para tolerância ao herbicida do grupo das imidazolinonas**. Embrapa Arroz e Feijão e BASF: Santo Antônio de Goiás, 2007. 50p. (Relatório Técnico).

RANGEL, P. H. N. **Eficiência da seleção simultânea de arroz (*Oryza sativa* L.) em várzea, com e sem irrigação controlada.** 1990. 128 f. Tese (Doutorado em Genética e Melhoramento de Plantas) – Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 1990.

REIS, M. da S.; SOARES, A. A.; CORNÉLIO, V. M. O. de; SOARES, P. C.; GUEDES, J. M.; JÚNIOR, G. T. C. Comportamento de genótipos de arroz de terras altas sob sistemas de plantio direto e convencional. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v. 37, p. 227-232, 2007.

ROCHA, M. M. **Seleção de linhagens experimentais de soja para estabilidade e adaptabilidade fenotípica.** 2002. 184p. Tese (Doutorado). Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Piracicaba, 2002.

ROCHA, M. M.; VELLO, N. A.; LOPES, A. C. A.; MAIA, M. C. C. Yield stability of soybean lines using additive main effects and multiplicative interaction analysis - AMMI. **Crop Breeding and Applied Biotechnology**, v. 4, p. 391-398, 2004.

ROCHA, M. M.; VELLO, N. A.; LOPES, A. C. de A.; MAIA, M. C. C. Estabilidade e adaptabilidade produtiva em linhagens de soja de ciclo médio. Viçosa: **Revista Ceres**, v. 56, p. 764-771, 2009.

ROSELL, C. M.; MARCO, C. Rice. In: **Gluten-Free Cereal Products and Beverages**. Disponível em: <<http://www.sciencedirect.com/book/9780123737397>>. Acesso em: 17 jul. 2009.

SÁ, A. R. L. **Adaptação de genótipos de arroz com tolerância a herbicida em três sistemas de manejo de água em várzea de Roraima.** 2011. 38p. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Agronomia), Universidade Federal de Roraima, Boa Vista, 2011.

SANCHEZ-OLQUIN, E. ARRIETA-ESPINOZA, G.; ESPINOZA ESQUIVEL, A.M. Vegetative and reproductive development of Costa Rican weedy rice compared with commercial rice (*Oryza sativa*). **Planta Daninha**, v. 25, p. 13-23, 2007.

SANTOS, B.A dos; FAGERIA, K.N.; STONE, F.L.; SANTOS, C.; Manejo de água e de fertilizante potássico na cultura de arroz irrigado. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v.34, n.4, p.565-573, 1999.

SANTOS, A. B. dos; RABELO, R. R. **Informações Técnicas para a Cultura do Arroz Irrigado no Estado do Tocantins.** Santo Antônio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão, 2008.136 p. - (Documentos / Embrapa Arroz e Feijão, ISSN 1678-9644; 218). 1ª edição.

SANTOS, A. B. dos; STONE, L. F.; VIEIRA, N. R. de A. (Eds.). **A cultura do arroz no Brasil**. 2. ed. rev. ampl. Santo Antônio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão, 2006, 1000p.

SANTOS, P. G. **Escolha de populações segregantes para o programa de seleção de arroz de terras altas**. 2000. 106p. Tese (Doutorado em Genética e Melhoramento de Plantas) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2000.

SILVA, E. A. da; SORATTO, R. P.; ADRIANO, E.; BISCARO, G. A. Avaliação de cultivares de arroz de terras altas sob condições de sequeiro em Cassilândia, MS. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 33, p.298-304, 2009.

SILVA, F. L. da; SOARES, P. C.; CARGNIN, A.; SOUZA, M. A. de; CORNÉLIO, V. M. de; REIS, M. S. de. Methods of adaptability and stability analysis in irrigated rice genotypes in Minas Gerais, Brasil. **Crop Breeding and Applied Biotechnology**, v. 8, p. 119-126, 2008.

SILVA, G. B. dos S.; PRABHU, A. S. Progresso da brusone nas folhas no plantio direto e convencional de arroz de terras altas. **Fitopatologia Brasileira**, v. 29, p. 316-318, 2004.

SILVA, M. R. M.; DURIGAN, J. C. Períodos de interferência das plantas daninhas na cultura do arroz de terras altas. **Planta Daninha**, v. 24, p. 685-694, 2006.

SILVA, T. G. C.; BARRETO, J. N. Aplicação da regressão linear segmentada em estudos da interação genótipo x ambiente. In: SIMPÓSIO DE ESTATÍSTICA APLICADA À EXPERIMENTAÇÃO AGRONÔMICA, 1, 1985, Campinas. **Anais...** Campinas: Fundação Cargill, 1985. p. 49-50.

SILVA, W. C; DUARTE J. B. Métodos estatísticos para estudo de adaptabilidade e estabilidade fenotípica em soja. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 41, p. 23-30. 2006.

SOARES, A. A. **Desempenho do melhoramento genético do arroz de sequeiro e irrigado na década de oitenta em Minas Gerais**. 1992. 187f. Tese (Doutorado em Agronomia) – Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba, 1992.

SOARES, A. A. Desvendando o segredo do insucesso do plantio direto do arroz de terras altas. In: **ARROZ: AVANÇOS TECNOLÓGICOS**. Informe Agropecuário, Belo Horizonte: EPAMIG, v.25, p. 61- 69. 2004.

SOARES, A. A.; REIS, M. S.; CORNÉLIO, V. M. O; LEITE, N. A.; COSTA JR, G. T.; SOARES, P. C.; SANTOS, V. B.; CONDÉ, A. B. T. BRSMG Caçula, cultivar

superprecoce de arroz para terras altas. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ARROZ IRRIGADO, 7; Balneário Camboriú, SC. Racionalizando recursos e ampliando oportunidades: **Anais...** Itajaí, 2011. p.101-104

SOSBAI - SOCIEDADE SUL-BRASILEIRA DE ARROZ IRRIGADO. **Recomendações técnicas da pesquisa para o sul do Brasil.** VI Congresso Brasileiro de Arroz Irrigado XXVIII REUNIÃO TÉCNICA DA CULTURA DO ARROZ IRRIGADO. Bento Gonçalves: SOSBAI, 2010. 188p.

SOSBAI. SOCIEDADE SUL-BRASILEIRA DE ARROZ IRRIGADO. **Arroz Irrigado: recomendações técnicas da pesquisa para o Sul do Brasil.** IV CONGRESSO BRASILEIRO DE ARROZ IRRIGADO, XXVI REUNIÃO DA CULTURA DO ARROZ IRRIGADO. Santa Maria: SOSBAI, 2005. 159p.

SOSBAI. SOCIEDADE SUL-BRASILEIRA DE ARROZ IRRIGADO. **Arroz irrigado: recomendações técnicas da pesquisa para o Sul do Brasil.** XXIX Reunião da Cultura do Arroz Irrigado. Gravatal: SOSBAI/EPAGRI/ 2012. 176p.

STEELE, G. L.; CHANDLER, J. M.; MCCAULEY, G. N. Control of red rice (*Oryza sativa*) in imidazolinona-tolerant rice (*Oryza sativa*). **Weed Technology**, v.16, p.627-630, 2002.

STONE, L. F.; MOREIRA, J. A. A.; SILVEIRA FILHO, A. Manejo de água na cultura do arroz: consumo, ocorrência de plantas daninhas, absorção de nutrientes e características produtivas. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 25, p. 323-327, 1990.

STRECK, N. A.; MICHELON, S.; BOSCO, L. C.; LAGO, I.; WALTER, L. C.; ROSA, H. T.; PAULA, G. M. de. Soma térmica de algumas fases do ciclo de desenvolvimento da escala de COUNCE para cultivares Sul-Brasileiras de arroz irrigado. **Revista Bragantia**, v. 2, p. 357- 364, 2007.

SUHRE, E.; CORDEIRO, A. C. C.; MEDEIROS, R. D. de. Avaliação de linhagens de arroz em diferentes sistemas de cultivo em várzea de Roraima. **Revista Agro@ambiente On-line**, v. 2, p. 1-9, 2008.

TAI, G. C. C. Genotypic stability analysis and its application to potato regional trials. **Crop Science**, v. 11, p. 184-190, 1971.

TOLER, J. E. **Patterns of genotypic performance over environmental arrays.** 1990. 154p. Tese (Ph.D.) – Clemson University, South Carolina, USA, 1990.

VERMA, M. M.; CHAHAL, G. S.; MURTY, B. R. Limitations of conventional regression analysis: a proposed modification. **Theoretical and Applied Genetics**, v. 53, p. 89-91, 1978.

VICENTE, D.; PINTO, R. J. B.; SCAPIM C. A. Análise da adaptabilidade e estabilidade de linhagens elite de soja. **Acta Scientiarum**, v. 26, p. 301-307. 2004.

VIEIRA, N. R, A Qualidade de grãos e padrões de classificação de arroz. **Informe Agropecuário**, v. 25, p. 94-100, 2004.

VILARINHO, A. A; FREIRE, F. R.; ROCHA, M. M.; RIBEIRO, V. Q. **Desempenho produtivo de linhagens de feijão caupi em Roraima – safras 2004 e 2005**. Boa Vista: Embrapa – Roraima, 2005, 21p. (Embrapa Roraima. Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento, 2).

VILLA, S. C. C. Controle de arroz vermelho em dois genótipos de arroz (*Oryza sativa*) tolerantes a herbicidas do grupo das imidazolinonas. **Planta Daninha**, v. 24, p. 549-555, 2006.

WALTER, L. C. **Simulação do rendimento de grãos de arroz irrigado em cenário de mudanças climáticas**. 2010. 68p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola), Universidade Federal de Santa Maria, 2010.

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

WEBER, L.; MARCHEZAN, E.; CARLESSO, R.; MARZARI, V. Cultivares de arroz irrigado e nutrientes na água de drenagem em diferentes sistemas de cultivo. **Ciência Rural**, v. 33, p. 27-33, 2003.

WRICKE, G. Zur Berechnung der Okovalenz bei Sommerweizen und Hafer. **Z. Pflanzenzüchtung**, v.52, p.127-138, 1965.