

**Avaliação de Linhagens de Arroz
Irrigado Derivadas de
Populações Conduzidas por
Seleção Recorrente.**



ISSN 1981 - 609X
Dezembro, 2010

Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
Embrapa Roraima
Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento

Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento 24

**Avaliação de Linhagens de Arroz Irrigado
Derivadas de Populações Conduzidas por
Seleção Recorrente.**

Antônio Carlos Centeno Cordeiro

Embrapa Roraima
Boa Vista, RR
2010

Embrapa Roraima, Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento,
Exemplares desta publicação podem ser adquiridos na:

Embrapa Roraima

Rodovia BR-174, km 8 - Distrito Industrial

Cx. Postal 133 –CEP. 69.301-970

Boa Vista- Roraima-Brasil

Telefax: (95) 3626.7125

Home page: www.cpafr.embrapa.br

E-mail: sac@cpafr.embrapa.br

Comitê de Publicações da Unidade

Secretário-Executivo: Everton Diel Souza

Membros: Alexandre Matthiensen

Antônio Carlos Centeno Cordeiro

Carolina Volkmer de Castilho

Hélio Tonini

Kátia de Lima Nechet

Normalização Bibliográfica: Jeana Garcia Beltrão Macieira

Editoração Eletrônica: Vera Lúcia Alvarenga Rosendo

Revisor: Luiz EdWilson Frazão

1ª edição

1ª impressão (2010): 300 exemplares

Cordeiro, Antônio Carlos Centeno.

Avaliação de linhagens de Arroz irrigado derivadas de populações conduzidas por Seleção recorrente. / Antônio Carlos Centeno Cordeiro. - Boa Vista, RR: Embrapa Roraima, 2010.

24p. (Boletim de Pesquisa e desenvolvimento / Embrapa Roraima, 24).

1. Melhoramento populacional. 2. Oryza Sativa. I. Título. II. Embrapa.

CDD: 633.18

SUMÁRIO

Resumo	4
Abstract	5
Introdução	7
Material e Métodos	9
Resultados e Discussão	11
Conclusões.....	15
Referências Bibliográficas	15

Avaliação de Linhagens de Arroz Irrigado Derivadas de Populações Conduzidas por Seleção Recorrente.

Antônio Carlos Centeno Cordeiro ¹

RESUMO

Objetivou-se com este trabalho avaliar linhagens de arroz irrigado derivadas de populações conduzidas por seleção recorrente visando identificar aquelas com maior potencial produtivo para serem utilizadas em novos ciclos de seleção recorrente, bem como, serem utilizadas como materiais para extração de linhagens visando o lançamento como novas cultivares aos sistemas de produção de arroz em várzeas de Roraima. Para tal foram avaliados, no período de dezembro de 2008 a abril de 2009, 123 genótipos de arroz irrigado oriundos de programa de seleção recorrente e mais quatro cultivares testemunhas. O delineamento experimental utilizado foi o Blocos Aumentados de Federer, com parcelas de quatro linhas com cinco metros de comprimento e área útil de duas linhas centrais. Foram realizadas análises de variância individuais para todas as características, e obtidas estimativas de herdabilidade (h^2), coeficiente de variação genética (CVg) e variâncias genotípica e fenotípica. Foi ainda estimado o ganho genético esperado com a seleção (GS) das famílias mais produtivas em relação à média de todas as famílias, utilizando-se uma intensidade de seleção de 35%. Concluiu-se que a população CNA 12/1/1 mostra-se promissora para uso em programas de seleção recorrente visando a extração de linhagens de arroz irrigado em Roraima.

Palavras-chave: *Oryza sativa*, melhoramento populacional, ganho genético, Roraima.

Evaluation of Lines of Irrigated Rice Conducted by Populations Derived from Recurrent Selection

The objective of this study was to evaluate irrigated rice lines derived from populations conducted by recurrent selection to identify those with greater potential for use in new cycles of recurrent selection, as well as materials to be used as inbred lines, seeking to release systems as new cultivars of rice production in lowland of Roraima. For that were evaluated during the period December 2008 to April 2009, 123 rice genotypes derived from recurrent selection program and four cultivars as witnesses experiment was Federer's augmented blocks with plots of four rows with five meters in length and floor area of two central lines. Analysis of variance were performed for all individual characteristics, and obtained estimates of heritability (h^2), genetic variation coefficient (CVg), and genotypic and phenotypic variances. It was further estimated the genetic gain expected from selection (GS) of the families more productive than the average for all families using a selection intensity of 35%. It was concluded that the population CNA 12/1/1 shows promise for use in recurrent selection programs to extract the lines of irrigated rice in Roraima.

Keywords : *Oryza sativa*, breeding population, genetic gain, Roraima.

1. INTRODUÇÃO

O desenvolvimento de cultivares de arroz irrigado de porte baixo é considerado como um dos maiores sucessos da história moderna do melhoramento genético. A precursora da “revolução verde” foi a cultivar IR-8, lançada para cultivo em 1966 pelo IRRI, que ficou conhecida como arroz milagroso e revolucionou a agricultura mundial. Por apresentar características agronômicas como porte baixo, alto perfilhamento, resposta à adubação nitrogenada e, principalmente, elevada produtividade de grãos. Esta cultivar causou profundas transformações não só a nível de agricultores que passaram a usar melhor tecnologia nas lavouras, como também, na filosofia dos programas de melhoramento genético que redirecionaram todo o seu esforço de pesquisa no sentido de desenvolver cultivares com arquitetura de planta moderna. Para isto, os melhoristas passaram a utilizar intensamente como genitores nos cruzamentos a cultivar IR-8 ou linhagens dela derivada, restringindo a variabilidade genética das populações utilizadas no melhoramento (KHUSH, 1995; RANGEL et al., 2000).

Em meados da década de 70, o Brasil reorganizou a sua estrutura de pesquisa e os pesquisadores envolvidos com arroz irrigado, de maneira competente, souberam tirar proveito de todos os avanços conseguidos pelos grupos internacionais de pesquisa, reduzindo os caminhos a percorrer para atingir as suas metas (MORAIS et al., 2000). Todo esforço foi compensado, no início da década de 80, quando cultivares tradicionais de porte alto foram substituídas pelas modernas de porte baixo, praticamente dobrando a produtividade do arroz irrigado em vários estados do país. No Rio Grande do Sul, a produtividade das lavouras aumentou em 30% (CARMONA et al., 1994) e, em Santa Catarina, o aumento foi de 66% (ISHIY, 1985), devido as cultivares modernas e ao melhor manejo da cultura. Após este grande avanço, Rangel et al. (2000) e Rangel et al. (2005 a) ressaltam que a produtividade do arroz irrigado mantém-se a mesma e esforços para aumentar o potencial produtivo das cultivares não tem resultado em ganhos expressivos.

Rangel et al.(2007) citam que no Brasil, no decorrer de toda a década de 80, não foi selecionada nenhuma linhagem que superasse significativamente, em produtividade de grãos, as melhores cultivares testemunhas (BR IRGA 409, no Rio Grande do Sul e CICA-8, nos demais estados), apesar de inúmeros cruzamentos realizados contemplando genitores de reconhecida diversidade genética. Vergara et al. (1990) relatam que a produtividade do arroz irrigado alcançou um platô e os ganhos verificados para esta

característica tem sido decorrência, principalmente, da incorporação de resistência a patógenos e melhoria no manejo da cultura. É provável que a reduzida base genética das populações utilizadas no melhoramento do arroz irrigado venha contribuindo para o estabelecimento de patamares de produtividade (RANGEL et al., 1996; BRESEGHE

O desenvolvimento de cultivares de arroz irrigado de porte baixo é considerado como um dos maiores sucessos da história moderna do melhoramento genético. A precursora da “revolução verde” foi a cultivar IR-8, lançada para cultivo em 1966 pelo IRRI, que ficou conhecida como arroz milagroso e revolucionou a agricultura mundial. Por apresentar características agrônômicas como porte baixo, alto perfilhamento, resposta à adubação nitrogenada e, principalmente, elevada produtividade de grãos. Esta cultivar causou profundas transformações não só a nível de agricultores que passaram a usar melhor tecnologia nas lavouras, como também, na filosofia dos programas de melhoramento genético que redirecionaram todo o seu esforço de pesquisa LLO et al., 1999; RANGEL et al., 2005 a)

Brondani et al.(2002), por exemplo, citam que os programas de melhoramento genético do arroz, conduzidos no Brasil e no mundo, têm utilizado um número restrito de genitores elite, por que cruzamentos amplos normalmente quebram ligações gênicas favoráveis já obtidas com o acúmulo de várias gerações de seleção. De acordo com Rangel et al. (2005 a) , foram identificados apenas sete ancestrais como responsáveis por 70% da composição gênica das cultivares de arroz irrigado mais semeadas no país. No Rio Grande do Sul, que é o maior produtor de arroz irrigado, seis ancestrais contribuem com 86% dos genes das cultivares mais plantadas. As cultivares BR IRGA 409, 410, 412 e 414 que foram amplamente cultivadas naquele Estado, apresentam a mesma genealogia. A cultivar IRGA 417, ainda bastante utilizada em sistemas de produção de arroz irrigado, inclusive em Roraima, foi obtida de um cruzamento triplo onde a cultivar BR IRGA 409 contribui com 50% dos genes.

Assim, os aumentos nos ganhos por seleção só são possíveis se for introduzida variabilidade genética adicional nas populações em melhoramento. A diversificação proveniente da ampliação da base genética permite o surgimento de novas combinações alélicas e adaptações a ambientes específicos, podendo proporcionar, por exemplo, uma redução da vulnerabilidade a doenças e insetos, e maior estabilidade da produção (CORDEIRO, 2001; CORDEIRO et al., 2003).

Sendo a produtividade de grãos um caráter quantitativo, ou seja, governado por um grande número de genes menores, a probabilidade de se encontrar um indivíduo, em qualquer geração segregante, que contenha todos os alelos favoráveis, é muito pequena, e esta probabilidade diminui à medida que se aumenta a geração em consideração. Esses alelos geralmente estão dispersos nas famílias sob avaliação. Selecionando-se os indivíduos superiores dentro de populações geneticamente divergentes e intercruzando-os, aumenta-se a frequência dos alelos favoráveis na nova população e, com isso, tem-se maiores chances de encontrar indivíduos com todos os alelos favoráveis (CORDEIRO et al., 2003; RANGEL et al., 2005a).

A seleção recorrente é um processo sistemático de seleção de indivíduos dentro de uma população geneticamente heterogênea, seguido da recombinação dos indivíduos selecionados para formar uma nova população; esta por sua vez é utilizada para iniciar novo ciclo de seleção. Portanto, a seleção recorrente é um processo dinâmico e contínuo, que envolve a obtenção de famílias, avaliação e o intercruzamento das melhores, visando, desse modo, aumentar a frequência de alelos favoráveis e, por consequência, melhorar a expressão fenotípica do caráter sob seleção (RAMALHO et al., 1993; GERALDI, 1997; CORDEIRO et al., 2003; RANGEL et al., 2005b; CORDEIRO; MEDEIROS, 2010). Paralelamente, famílias podem ser extraídas no decorrer de cada ciclo de seleção recorrente e serem conduzidas por métodos tradicionais de melhoramento visando a obtenção de linhagens.

O objetivo deste trabalho foi avaliar linhagens de arroz irrigado derivadas de populações conduzidas por seleção recorrente em área de várzea de Roraima, visando identificar aquelas com maior potencial produtivo para serem utilizadas em novos ciclos de seleção recorrente, bem como, serem utilizadas como materiais para extração de linhagens visando o lançamento como novas cultivares aos sistemas de produção de arroz em várzeas de Roraima.

Material e Métodos

Foram avaliados no período de dezembro de 2008 a abril de 2009, em solo de várzea do rio Branco, no município do Cantá-RR, 100 genótipos de arroz irrigado oriundos do programa de seleção recorrente, sendo 63 linhagens $F_{5:7}$ da população CNA 12/1/1-T, 23

linhagens S_{4:6} da população CNA 4/5/1-T, 14 linhagens S_{3:5} da população CNA 11/3/1 e mais 18 linhagens F_{6:8} de arroz aromático, 5 linhagens F_{6:8} de arroz vermelho, além de quatro cultivares testemunhas IRGA 417, SCS BRS Tio Taka, BRS Jaçanã e BRS Formoso, totalizando 127 tratamentos. A população CNA 12/1/1 foi sintetizada por meio de cruzamentos manuais (dialelo circulante) e as CNA 4/5/1 e CNA 11/3/1, foram sintetizadas com o uso da macho esterilidade genética. Detalhes na constituição e formação dessas populações são encontradas em Rangel et al. (2000) e Cordeiro (2001)

As coordenadas geográficas locais de referência são 2° 48'29" N de latitude e 60° 39'19" W de longitude e 61 m de altitude. O clima da região é classificado por Koppen como Aw1, com precipitação média anual de 1.600 mm e com os meses mais secos concentrados entre dezembro e março com 10% da precipitação anual. A vegetação primária ocorrente na região é de savana.

Os resultados da análise química e granulométrica das amostras de solo, classificado como GLEISSOLO HÁPLICO Tb Distrófico, coletadas na área experimental, na camada de 0,0 a 0,20 m de profundidade, revelaram as seguintes características: pH = 5,2; MO 11,9g kg⁻¹; P = 2,16 mg dm⁻³; K = 0,07 cmolc dm⁻³; Ca = 0,64 cmolc dm⁻³; Mg = 0,28 cmolc dm⁻³; Al = 1,83 cmolc dm⁻³; argila = 43%; silte = 50%; areia = 7%). As análises química e granulométrica de solo foram realizadas de acordo com o manual e métodos de análise do solo da Embrapa (1997) .

O delineamento experimental utilizado foi o Blocos Aumentados de Federer. As parcelas foram formadas de quatro linhas de cinco metros de comprimento, com a área útil constituída das duas linhas centrais, eliminando-se 0,50 m de cada uma das extremidades. O espaçamento entre linhas foi de 0,25 m e a densidade de 100 sementes por metro linear.

O preparo do solo foi realizado com o solo seco e constou de uma aração com grade aradora, duas gradagens niveladoras e construção das taipas. A adubação de base foi de 450 kg ha⁻¹ da fórmula 04-28-20+ 0,5% de Zn. Na semeadura em linhas, as operações de abertura de sulcos, distribuição das sementes e fechamento dos sulcos foram realizadas manualmente . Após, foi utilizado o rolo compactador para melhorar o contato da semente com o solo. A semeadura foi realizada em 07/12/2007 e a emergência das plântulas ocorreu em 12/12/2007. A adubação em cobertura foi com 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).

O experimento foi irrigado através de banhos intermitentes no período compreendido entre a sementeira e o início do perfilhamento. A partir daí foi utilizada a irrigação por inundação contínua mantendo-se uma lâmina de água, variando de 5 a 15 cm de profundidade até os 20 dias após o completo florescimento dos genótipos.

Para o controle de plantas daninhas foi aplicado em pré-emergência, 1,0 kg de i.a ha⁻¹ de oxadiazon com pulverização no solo com umidade próxima à saturação. O controle de pragas foi efetuado de acordo com o recomendado para a cultura por Cordeiro et al. (2009). Não houve controle de doenças.

A coleta de dados referentes à floração média (50%), altura de planta (cm), acamamento e doenças (escalas visuais de notas) e produtividade de grãos (kg ha⁻¹) foi realizada conforme a metodologia preconizada por Standard Evaluation System For Rice (IRRI, 1996).

Foram realizadas análises de variância individuais para todas as características, e obtidas estimativas de herdabilidade (h^2) e coeficiente de variação genética (CVg). Foi ainda estimado o ganho genético esperado com a seleção (GS) das famílias mais produtivas em relação à média de todas as famílias, utilizando-se uma intensidade de seleção de 35%. Para as demais características avaliadas o ganho genético estimado foi o indireto. Todas as análises foram efetuadas com o auxílio do software GENES (CRUZ, 2001).

Resultados e Discussão

Os resumos das análises de variância para as características floração (FLOR), altura da planta (ALT), acamamento (ACA), brusone na folha (BF), brusone na panícula (BP), mancha de grão (MG), mancha parda (MP) e produtividade de grãos (PROD), são apresentados na Tabela 1. Verifica-se que os coeficientes de variação (CVs) obtidos para altura, floração e produtividade de grãos, foram baixos, mostrando boa precisão na condução e na obtenção das estimativas dos parâmetros de interesse. Mesmo para as características de acamamento, brusone na folha, brusone na panícula, mancha de grão e mancha parda, as quais foram atribuídas notas e o CV considerado alto quando comparado aos obtidos para as outras características, foi possível obter diferenças significativas entre os genótipos avaliados para brusone na panícula e mancha de grão.

No entanto, quando trata-se de dados com distribuição descontínua (contagem, notas, etc) é comum a obtenção de CVs mais altos do que os observados para características com distribuição contínua, já que a ocorrência é muito variável.

Tabela 1- Resumo das análises de variância para as características floração (FLOR), altura de planta (ALT), acamamento (ACA), brusone na folha (BF), brusone na panícula (BP), mancha de grãos (MG), mancha parda (MP) e produtividade de grãos (PROD) referentes à avaliação de 127 genótipos de arroz oriundos de diferentes populações conduzidas por seleção recorrente em 2008/09 em várzea de Roraima.

FV	GL	Quadrados Médios							
		FLOR	ALT	ACA	BF	BP	MG	MP	PROD
Blocos	8	5,409	29,42	0,50	0,48	0,80	1,07	1,69	2585914,62
Trat (Aj.)	126	26,97**	51,84*	0,60 ^{n.s}	1,49 ^{n.s}	1,36*	1,24*	1,34 ^{n.s}	1537323,34*
Erro	24	7,26	23,79	0,57	1,66	0,61	0,66	1,58	887247,09
Total	158	-	-	-	-	-	-	-	-
Média Geral	-	84,65	101	1,25 ¹	2,22 ¹	1,57 ¹	3,31 ¹	2,13 ¹	5.557
CV (%)	-	3,18	4,82	60,53	57,98	49,91	24,46	59,02	16,95

¹ Escala de notas visuais variando de 1 a 9, sendo os menores valores os mais desejados.

** e * significativo ao nível de 1% e 5%, respectivamente, de probabilidade pelo teste F

n.s – não significativo

Pelos resultados das análises de variância (Tabela 1) foi detectada a significância para a fonte de variação tratamento, para as características floração, altura, brusone na panícula, mancha de grão e produtividade de grãos, indicando que os genótipos apresentaram comportamento diferenciado para essas características. Assim, procurou-se avaliar a variabilidade genética disponível para a seleção por meio de parâmetros genéticos, cujos dados estão na Tabela 2.

Tabela 2-Parâmetros obtidos na avaliação e seleção de famílias para as características floração (FLOR), altura de planta (ALT), brusone na panícula (BP), mancha de grãos (MG) e produtividade de grãos (PROD) referentes a 127 genótipos de arroz oriundos de diferentes populações conduzidas por seleção recorrente em 2008/09 em várzea de Roraima.

Parâmetros	Características				
	FLOR	ALT	BP	MG	PROD
Cultivares Testemunhas	4	4	4	4	4
Famílias avaliadas (n.)	123	123	123	123	123
Famílias selecionadas (n..)	43	43	43	43	43
Intensidade de seleção (%)	35	35	35	35	35
Limites inferior e superior	70 a 91 dias	86 a 124 cm	1 a 7	1 a 7	1.055 a 8.264 kg ha ⁻¹
Média das famílias (MF)	84 dias	102 cm	1,63	3,42	5.356 kg ha ⁻¹
Média das testemunhas	86 dias	99 cm	1,33	2,94	6.242 kg ha ⁻¹
MF selecionadas	81 dias	101 cm	1,55	3,46	6.098 kg ha ⁻¹
Diferencial de seleção (ds) ¹	-3 dias	-1 cm	-0,08	0,04	741,98 kg ha ⁻¹
h ² (%)	69,76	55,03	56,28	47,92	41,54
CVg (%)	4,85	5,30	54,27	22,72	14,82
Σ ² g	16,76	29,11	0,78	0,60	630533,77
Σ ² f	24,02	52,90	1,39	1,26	1517780,88
GS ²	-2,09 dias	- 0,55 cm	- 0,04	0,02	308,22 kg ha ⁻¹ (5,75%)

¹ ds= (media das famílias selecionadas)- (média de todas as famílias);

²GS (ganho esperado com a seleção)= ds x h²

De acordo com os resultados obtidos, foram selecionadas 43 famílias, sendo que 29 (67%) são oriundas da população CNA 12/1/1, mostrando que essa população apresenta grande potencial para a extração de linhagens em Roraima e que portanto, trabalhos

devem ser intensificados visando novos ciclos de seleção e recombinação de famílias no programa de seleção recorrente (Tabela 2).

A principal função da herdabilidade é seu papel preditivo, que expressa a confiabilidade do valor fenotípico como estimador do valor genotípico, de tal forma que quanto maior a herdabilidade, maior o ganho genético por seleção (RAMALHO et al., 1993). Para as características floração, altura de planta, brusone na panícula e produtividade de grãos as estimativas de herdabilidade foram de 69,76%, 55,03%, 56,28% e 41,54%, respectivamente, o que evidencia uma situação favorável à seleção. Por outro lado, apesar de herdabilidade de 47,92 % pouca variabilidade foi observada para as característica mancha de grão (Tabela 2). Valores semelhantes a esses foram relatados por Rodriguez et al. (1998), Santos et al. (1999), Santos (2000), Cordeiro et al. (2003) e Cordeiro e Medeiros (2010).

A comparação da variabilidade liberada entre as famílias pode também ser estimada por meio do coeficiente de variação genética (CVg), que é a medida do desvio genético em relação à média (CORDEIRO et al., 2003). Pelos dados da Tabela 2, verifica-se que as características brusone na panícula, mancha de grão e produtividade de grãos de planta obtiveram valores altos, confirmando situação favorável à seleção, embora, no caso de mancha de grãos as famílias mais produtivas selecionadas apresentaram notas semelhantes para essa característica, em relação a todas as famílias avaliadas. Por outro lado, pouca variabilidade foi obtida para floração e altura da planta, o que é favorável, pois permite seleção de famílias com altas produtividades, mas com ciclo e altura compatíveis com as cultivares testemunhas, não sendo assim, fator restritivo na seleção. Cordeiro e Medeiros (2010) avaliando famílias de arroz irrigado oriundas de cruzamento interespecífico entre *Oryza glumaepatula* x *Oryza sativa* obtiveram CVgs de 2,09 para floração, 7,86 para altura de planta e 12,21 para produtividade de grãos, e Cordeiro et al. (2003) obtiveram CVgs variando de 6,63 a 16,29% (altura de planta), 3,50 a 15,47% (floração) e 12,00% a 41,00% (produtividade de grãos), ou seja, valores próximos aos obtidos neste trabalho.

Adicionalmente, o mais importante na verificação da eficiência da seleção é a estimativa de ganhos genéticos esperados diretos e indiretos com a seleção. Neste sentido, foi estimado para a característica produtividade de grãos o ganho genético obtido com a seleção das famílias mais produtivas, aplicando-se uma intensidade de seleção de 35%, resultando na escolha de 43 famílias do total de 123 avaliadas. Para as outras características como floração, altura, brusone na panícula e mancha de grão o ganho

genético esperado foi indireto, evidenciando redução de 2,09 dias na floração , 0,55 cm na altura das plantas , 0,04 nas notas atribuídas à brusone na panícula. No caso de notas para mancha de grão houve um acréscimo de 0,02. O ganho genético esperado para produtividade de grãos foi expressivo com 308,22 kg ha⁻¹, o que representa um acréscimo de 5,75% com a seleção das famílias mais produtivas (Tabela 2). Cordeiro e Medeiros (2010), também obtiveram ganho expressivo para produtividade de grãos com a avaliação de famílias de arroz irrigado derivadas de cruzamentos interespecífico entre *Oryza sativa* x *Oryza glumaepatula*, em várzea de Roraima.

Ressalta-se, ainda, que a produtividade média das famílias selecionadas (6.098 kg ha⁻¹) foi praticamente a mesma obtida pelas cultivares testemunhas (6.242 kg ha⁻¹), revelando a eficiência na condução de programa de seleção recorrente visando aumentar o patamar produtivo do arroz irrigado(Tabela 2).

Conclusão

A população CNA 12/1/1 mostra-se promissora para uso em programas de seleção recorrente visando a extração de linhagens de arroz irrigado em Roraima.

Referências Bibliográficas

BRESEGHELLO, F.; RANGEL, P. H. N.; MORAIS, O. P. Ganho de produtividade pelo melhoramento genético do arroz irrigado no nordeste do Brasil. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF. v. 34, n.3, p.399-407, 1999.

BRONDANI, C.; RANGEL, P. H. N.; BRONDANI, R. P. V.; FERREIRA, M. E. QTL mapping and introgression of yield-related traits from *Oryza glumaepatula* to cultivated rice (*Oryza sativa*) using microsatellite markers. **Theoretical and Applied Genetics**, v.104, p.1192-1203, 2002.

CARMONA, P. S.; TERRES, A. L.; SCHIOCCHET, M. Avaliação crítica dos projetos do PNP-Arroz na área de melhoramento genético, no período de 1980 a 1990, Estados do Rio Grande do Sul e Santa Catarina. In: REUNIÃO NACIONAL DE PESQUISA DE ARROZ, 4., 1990, Goiânia. **A pesquisa de arroz nos anos 80: avaliação crítica dos**

principais resultados. Goiânia: Embrapa–CNPAP, 1994. p.269-285 (Embrapa-CNPAP. Documentos, 40).

CORDEIRO, A. C. C. **Número de intercruzamentos na eficiência da seleção recorrente na cultura do arroz.** 2001. 149p. Tese (Doutorado em Genética e Melhoramento de Plantas) – UFLA, Lavras, MG, 2001.

CORDEIRO, A. C. C.; MEDEIROS, R. D. de; NECHET, K. de L.; MASSARO JÚNIOR, A. L. **Recomendações técnicas para o cultivo do arroz irrigado em várzeas em Roraima.** Boa Vista: Embrapa Roraima, 2009. 19 p. (Embrapa Roraima. Circular Técnica, 06).

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 & Desenvolvimento**, Belém, v 5, n.10, jan/jun 2010.

CORDEIRO, A. C. C.; SOARES, A. A.; RAMALHO, M. A. P.; RANGEL, P. H. N. Effect of the number of intercrosses on grain yield in basic rice synthetic populations. **Euphytica**, v.132, p.79-86, 2003.

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

EMBRAPA. Serviço Nacional de Levantamento e Conservação de Solos. **Manual de métodos de análise de solo.** 2. ed. Rio de Janeiro: Embrapa-CNPAS, 1997. 212p.

GERALDI, I. O. Selección recurrente en el mejoramiento de plantas. In: GUIMARÃES, E.P. (Ed). **Selección Recurrente en Arroz.** Cali: Centro Internacional de Agricultura Tropical, 1997. p.3-11. (Publicación CIAT, 267).

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

ISHIY, T. O impacto das cultivares de arroz em Santa Catarina. **Lavoura Arrozeira.** Porto Alegre, v.38,n.359, p. 10-12, jul/ago. 1985

KHUSH, G. S. Aumento do potencial genético de rendimento do arroz: perspectivas e métodos. In: PINHEIRO, B. S.; GUIMARÃES, E. P. (Ed.). CONFERÊNCIA INTERNACIONAL DE ARROZ PARA A AMÉRICA LATINA E O CARIBE, 9., 1994, Goiânia. **Arroz na América Latina: perspectivas para o incremento da produção e potencial produtivo.** Goiânia: Embrapa-CNPAF-APA, 1995. v. 1. (Embrapa-CNPAF. Documentos, 60).

MORAIS, O. P. de; ZIMMERMANN, F. J. P.; RANGEL, P. H. N. Avaliação de ganhos observados em seleção recorrente. In: GUIMARÃES, E. P. (Ed). **Avances em el mejoramiento poblacional em arroz.** Santo Antônio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão, 2000. 311p.

RAMALHO, M. A. P.; SANTOS, J. B. dos; ZIMMERMANN, M. J. **Genética quantitativa em plantas autógamas: aplicações ao melhoramento do feijoeiro.** Goiânia: UFG, 1993. 271 p.

RANGEL, P. H. N.; GUIMARÃES, E. P.; NEVES, P. C. F. Base genética das cultivares de arroz (*Oryza sativa* L.) irrigado do Brasil. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF, v.31, n.5, p.340-347, 1996.

RANGEL, P. H. N.; BUSO, G. S. C.; BRONDANI, C.; GUIMARÃES, E. P.; RANGEL, P. N.; FERREIRA, M. E. Coleta, caracterização e uso de germoplasma silvestre de arroz diplóide e tetraplóide (*Oryza* spp) nativo do Brasil no melhoramento genético. Cap 20, p. 586-631. In: WALTER, B. M. T.; CAVALCANTI, T. B. (Ed.). **FUNDAMENTOS PARA A COLETA DE GERMOPLASMA VEGETAL.** Brasília, DF: Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia, 2005a.778p.

RANGEL, P. H. N.; CORDEIRO, A. C. C.; LOPES, S. I. G.; MORAIS, O. P. de; BRONDANI, C.; BRONDANI, R. P. V.; YOKOYAMA, S.; SCHIOCCHET, M.; BACHA, R.; ISHIY, T. Advances in population improvement of irrigated rice in Brazil. In: GUIMARÃES, E. P (Ed.). **POPULATION IMPROVEMENT: A WAY OF EXPLOITING THE RICE GENETIC RESOURCES OF LATIN AMERICA.** Rome: Food And agriculture organization of the United Nations, 2005b. p.145-180.

RANGEL, P. H. N.; PEREIRA, J. A.; MORAIS, O. P. de; GUIMARÃES, E. P.; YOKOKURA, T. Ganhos na produtividade de grãos pelo melhoramento genético do arroz irrigado no meio norte do Brasil. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.35, n.8, p.1595-1604, ago. 2000.

RANGEL, P. H. N. **Avaliação de linhagens com introgressão de genes da espécie silvestre *Oryza glumaepatula***. Relatório técnico. EMBRAPA/IRGA/EPAGRI 2005/06 e 2006/07. 2007. 26p. (não publicado).

RODRIGUEZ, R. E. S.; RANGEL, P. H. N.; MORAIS, O. P. Estimativas de parâmetros genéticos e de respostas à seleção na população de arroz irrigado CNA 1. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.33, n.5, p.685-691, mai. 1998.

SANTOS, P. G.; SOARES, P. C.; SOARES, A. A.; MORAIS, O. P.; CORNÉLIO, V. M. O. Avaliação do progresso genético obtido em 22 anos no melhoramento de arroz irrigado em Minas Gerais. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.34, n.10, p.1889-1896, out. 1999.

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) – UFLA, Lavras, 2000.

VERGARA, B. S.; VENKATESWARLU, B.; JANORIA, M.; AHN, J. K.; KIM, J. K.; VISPERAS, R. M. **Rationale for a low-tillering rice plant type with high density grains**. Seoul: International Rice Research Conference, 1990. 17p.

Embrapa

Roraima

MINISTÉRIO DA
AGRICULTURA, PECUÁRIA
E ABASTECIMENTO

