UNIVERSIDADE FEDERAL DE GOIÁS
ESCOLA DE AGRONOMIA E ENGENHARIA DE ALIMENTOS

DESEMPENHO DE FAMÍLIAS $S_{0:2}$ DA POPULAÇÃO CNA9 DO PROGRAMA DE MELHORAMENTO DE ARROZ DE TERRAS ALTAS PARA A AGRICULTURA FAMILIAR

JANINE MAGALHÃES GUEDES

Orientador:
Prof. Dra. Patrícia Guimarães Santos Melo

Março - 2010

Goiânia - GO
Brasil

JANINE MAGALHÃES GUEDES

DESEMPENHO DE FAMÍLIAS $S_{0:2}$ DA POPULAÇÃO CNA9 DO PROGRAMA DE MELHORAMENTO DE ARROZ DE TERRAS ALTAS PARA A AGRICULTURA FAMILIAR

Dissertação apresentada à Coordenadoria do Programa de Pós-Graduação em Agronomia, da Universidade Federal de Goiás, como exigência para obtenção do título de Mestre em Agronomia.
Área de concentração: Genética e Melhoramento de Plantas.

Orientador(a)**:**

Prof[a]. Dr[a]. Patrícia Guimarães Santos Melo

Co-Orientador:

Dr. Orlando Peixoto de Morais

Goiânia, GO – Brasil
2010

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
GPT/BC/UFG

G924d

Guedes, Janine Magalhães.
Desempenho de famílias $s_{0:2}$ da população CNA9 do programa de melhoramento de arroz de terras altas para a agricultura familiar [Manuscrito] / Janine Magalhães Guedes. – 2010.
51 f. : il.

Orientadora: Profª. Drª. Patrícia Guimarães Santos Melo; Co-orientador: Dr. Orlando Peixoto de Morais.
Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Goiás, Escola de Agronomia e Engenharia de Alimentos, 2010.
Bibliografia.

1. Arroz *(Oryza sativa)* – melhoramento genético. 2. Arroz - agricultura familiar. I. Título.

CDU: 633.18

Permitida a reprodução total ou parcial deste documento, desde que citada a fonte – O autor

Á minha prima e amiga Elisângela, por ter sido para mim o maior exemplo de garra e luta pela vida...

Saudosamente,

DEDICO.

Aos meus queridos pais Janir e Elisabete, e ao meu irmão Juliano, por serem meu referencial e por todo o amor, carinho, apoio e exemplo...

Orgulhosamente,

OFEREÇO.

AGRADECIMENTOS

- À DEUS, pelo dom da vida e por guiar meus passos, antes, hoje e sempre....

- À minha família, pelo amor incondicional e por serem meu porto seguro, em todos os momentos.

- À UFG pela oportunidade da realização do curso de mestrado e a todos os professores, que com carinho e dedicação, se fizeram ponte para a busca do conhecimento.

- Ao CNPq pela concessão da bolsa e a Embrapa Arroz e Feijão pelo apoio e suporte na realização dos experimentos.

- À minha orientadora Patrícia Guimarães Santos Melo pela orientação, paciência e amizade e ao meu co-orientador Orlando Peixoto de Morais pela inestimável contribuição no direcionamento do caminho da pesquisa e do saber.

- Ao Dr. Jaison Pereira de Oliveira e ao Dr. Adriano Pereira de Castro pela participação na banca examinadora.

- Aos queridos amigos e funcionários do laboratório de melhoramento de arroz, Reginaldo, Delei, Edmar, Budim, Jovêncio, Bebeto, Ciganinho, Jean, Absair, e Rodrigo, pela contribuição na realização da pesquisa e em especial pela amizade.

- Às queridas amigas Geruza e Marlene, pelos conselhos, risadas e em especial, pela amizade.

- Às minhas amigas Cármen e Bruna, pela amizade, companheirismo e principalmente por terem me acolhido tão bem no momento que eu mais precisei.

- Aos meus amigos do prédio, Ana, Gisele, Irley, Géssica, Ju, Leonardo, Pedro, Vitor, Lizandro, Elisângela e Flávio, por terem feito desses dois anos, inesquecíveis.

- Ao meu querido e saudoso amigo Rangel, que mesmo não estando presente, ficará para sempre guardado em meu coração.

- À todos os amigos e colegas da pós-graduação, em especial: Mirian, Clistiane, Leonardo, Fernando, Juliano, Gisele, Carol e Lílian, pelo convívio prazeroso e pela amizade.

- Ao Welinton e a Cleonice, pelo apoio, amizade e dedicação, nesses dois anos que estive em Goiânia.

- À Thuthuca e Pretinha, por terem sido minhas companheiras nas noites de insônia.

- Ao Ailton, Elayne e Fátima, pelo carinho e principalmente pela ajuda nos últimos meses dessa jornada.

- Ao Giordane, pelo companheirismo e pela preciosa ajuda.

- Enfim, a todos que aqui não foram citados, mas que estão guardados em meu coração, minha eterna gratidão.

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO 9

2 REVISÃO DE LITERATURA 11

2.1 A CULTURA DO ARROZ 11

2.2 SISTEMA DE CULTIVO DE TERRAS ALTAS 12

2.3 MELHORAMENTO GENÉTICO DA CULTURA DO ARROZ DE TERRAS ALTAS 14

2.3.1 Histórico dos programas de melhoramento 14

2.3.2 Principais objetivos dos programas de melhoramento 16

2.3.3 Melhoramento de arroz visando agricultura familiar 17

2.4 SELEÇÃO RECORRENTE 19

2.5 USO DE BACTÉRIAS DIAZOTRÓFICAS 22

3 MATERIAL E MÉTODOS 24

3.1 POPULAÇÃO CNA9 24

3.2 EXPERIMENTO EM CASA DE VEGETAÇÃO 25

3.2.1 Implementação e condução 25

3.2.2 Caracteres avaliados 26

3.3 EXPERIMENTO EM CAMPO 27

3.3.1 Instalação e condução 27

3.3.2 Caracteres avaliados 28

3.3.3 Análises genéticas e estatísticas 28

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO 30

4.1 EXP ERIMENTO CASA DE VEGETAÇÃO 30

4.2 EXPERIMENTO EM CAMPO 34

5 CONCLUSÕES 45

6 REFERÊNCIAS 46

RESUMO

GUEDES, J. M. **Desempenho de famílias $S_{0:2}$ da população CNA9 do programa de melhoramento de arroz de terras altas para agricultura familiar.** 2010. 51f. Dissertação (Mestrado em Agronomia: Genética e Melhoramento de Plantas)-Escola de Agronomia e Engenharia de Alimentos, Universidade Federal de Goiás, Goiânia, 2010.[1]

O arroz (*Oryza sativa*) destaca-se no Brasil por sua importância econômica e, sobretudo social, sendo uma importante fonte de proteína e energia. Selecionar linhagens de arroz de terras altas adaptadas a ambientes diversos é de extrema importância para o sucesso dos programas de melhoramento direcionados para os agricultores familiares do estado de Goiás. O objetivo desse trabalho foi avaliar famílias $S_{0:2}$ da população CNA9 do programa de melhoramento de arroz de terras altas em casa de vegetação e no campo, visando a seleção de famílias para recombinação e obtenção de um novo ciclo de seleção. Foram utilizadas 50 famílias da população CNA9 de seleção recorrente em quatro experimentos, utilizando combinações de N, P e inoculante, no delineamento blocos casualizados com duas repetições, em casa de vegetação. Os caracteres avaliados foram altura de plantas, teor de clorofila, matéria seca da parte aérea, matéria seca de raiz e volume. O experimento em campo foi um látice quadrado 14 x 14 com 194 famílias e 2 testemunhas, com três repetições. Foram avaliados os caracteres altura de plantas, floração e produtividade, além das principais doenças: brusone na folha, brusone no pescoço, escaldadura, mancha parda, mancha de grãos e mancha estreita. Dos resultados obtidos para casa de vegetação, pode-se concluir que as famílias mostraram comportamento semelhante na ausência ou presença do inoculante e houve resposta diferenciada das famílias para os caracteres altura de plantas, matéria seca e volume de raiz para as combinações de nitrogênio e fósforo. Os resultados obtidos no campo mostraram que as famílias avaliadas da população CNA9 apresentaram desempenho superior às testemunhas e a população original principalmente em relação a brusone no pescoço e a produtividade de grãos. Foi possível selecionar 48 famílias no campo para recombinação e obtenção do próximo ciclo.

Palavras-chave: Arroz, Melhoramento, Inoculante, Agricultura familiar, Seleção recorrente

---

[1] Orientador: Prof. Dra. Patrícia Guimarães Santos Melo. EA-UFG.
Co-orientador: Dr. Orlando Peixoto de Morais. Embrapa Arroz e Feijão.

SUMMARY

GUEDES, J. M. **Performance of $S_{0:2}$ families from CNA9 upland rice breeding program population targeted for family farming.** 2010. 51p. Dissertation (Master of Science. Agronomy: Genetics and Plant Breeding-Escola de Agronomia e Engenharia de Alimentos, Universidade Federal de Goiás, Goiânia, 2010.[1]

Rice *(Oryza sativa)* stands out in Brazil for its economic and social importance, being an important source of protein and energy. Selecting lines of upland rice adapted to different environments is critical to the success of breeding programs targeted to family farmers in the state of Goiás, The objective of this work was to evaluate $S_{0:2}$ families drawn from CNA9 population of the upland rice breeding program in greenhouse and in the field, aiming to select families for recombination and obtainment of a new selecting cycle. 50 families from CNA9 population from recurrent selection were used, in four experiments, with N, P, and inoculant combinations, in a randomized bloc design arrangement with two replicates in greenhouse. Traits evaluated were: plant height, chlorophyll content, canopy dry matter, roots dry matter and volume. The field experiment was arranged in a 14 X 14 square lattice, with 194 families, two controls, and three replicates. Traits evaluated were: plant height, flowering and yield, besides the following diseases: leaf and neck blast, scald, brown spot, grain spot, and narrow leaf spot. Results obtained from greenhouse indicate that families studied performed similarly in the absence of the inoculant, but responded differently for plant height, dry matter, and root volume, regarding nitrogen and phosphorus combinations. Field data showed that the families drawn from CNA9 population showed superior performance when compared to controls and to the original population, especially regarding neck blast and yield. It was possible to select 48 families from the field to recombine in the next breeding cycle.

Key words: Rice, breeding, inoculant, family cropping, recurrent selection.

---

[1] Advisor: Prof. Dra. Patrícia Guimarães Santos Melo. EA-UFG.
Co-Advisor: Dr. Orlando Peixoto de Morais. Embrapa Arroz e Feijão.

1 INTRODUÇÃO

O arroz, cultura de origem asiática, pertence à família botânica Poaceae (Gramineae), sendo um dos cereais mais cultivados no mundo, constituindo-se em alimento básico para mais de dois terços da população mundial. No Brasil, é uma das mais importantes culturas anuais, ocupando posição de destaque do ponto de vista econômico e social, com presença na dieta da maioria dos brasileiros.

No Brasil a produção de arroz encontra-se dividida em dois sistemas de cultivo: terras altas e irrigado, que respondem por 36,1% e 62,9%, respectivamente, da produção nacional (IBGE, 2008). Apesar de possuir aproximadamente um terço da produção nacional, as áreas cultivadas com arroz de terras altas correspondem a dois terços da área total cultivada com o cereal, e umas das causas da menor produtividade desse sistema de produção é a instabilidade climática durante o período de cultivo e a ocorrência de doenças, principalmente a brusone, o que contribui para o rótulo de "cultura de alto risco" (Guimarães & Moreira, 2001).

A quase totalidade do arroz produzido no ecossistema de terras altas é cultivada na região do cerrado brasileiro. Os solos dessa região, em sua maioria, têm baixa capacidade de retenção de água, baixo teor de P e alto teor de alumínio, sendo os três fatores que mais limitam a produção no cerrado (Crusciol, 2005). Porém, os avanços das pesquisas permitiram a expansão da cultura em muitas regiões do país, inclusive nessas regiões, tornando-a competitiva.

Outra limitação para a expansão da cultura, de acordo com Melo et al. (2006), começa a surgir quando cultivares modernas são utilizadas por pequenos agricultores, ou seja, o potencial produtivo destes materiais não é explorado devido ao sistema de cultivo utilizado. Por não disporem de capital para investimento em tecnologias, exploram solos com baixa fertilidade em regiões com problemas de deficiência hídrica. Devido a estes fatos existe grande demanda pelos agricultores familiares de novas cultivares de arroz que permitam menor uso de insumos, por meio de resistência a doenças, maior capacidade de competição com plantas daninhas e maior eficiência na utilização dos nutrientes do solo, tudo isso estará diretamente relacionado com a diminuição dos custos de produção.

Levando em conta a diminuição desses custos, pesquisas recentes com bactérias diazotróficas fixadoras de nitrogênio atmosférico, mostram que o arroz forma associações com várias espécies de bactérias, e que alguns desses microorganismos podem ser responsáveis por suprir as plantas com o nitrogênio necessário para garantir a produção. Porém, são poucos os trabalhos que associam esta característica ao processo de seleção de genótipos, seja nos estágios iniciais de um programa de melhoramento, ou mesmo, nas fases finais de avaliação de linhagens.

Para tanto implementou-se o presente trabalho com o objetivo de avaliar e selecionar famílias $S_{O:2}$ da população CNA9 do programa de melhoramento de arroz de terras altas da Embrapa Arroz e Feijão.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 A CULTURA DO ARROZ

O arroz pertence ao gênero *Oryza* e está classificado na tribo Orizeae, subfamília Oryzoideae, família Poacea (Graminae). Este gênero possui duas espécies cultivadas, *Oryza sativa*, cultivada no mundo todo, e *Oryza glaberrima*, cultivada em alguns países da África Ocidental, e mais de vinte espécies silvestres, distribuídas nas regiões tropicais.

A espécie *Oryza sativa* é de extrema importância mundial, não só em valor de produção, mas principalmente por se constituir no principal alimento do homem. Segundo a FAO (2010), a produção mundial é de aproximadamente 680 milhões de toneladas e os principais países produtores são: China, Índia e Indonésia, que respondem respectivamente por cerca de 35%, 20% e 9% da produção mundial.

Em alguns países da Ásia está prevista a diminuição das áreas de arroz em virtude da maior disputa pelo uso da água e da redução da mão de obra no campo, devido à alta taxa de urbanização. Por outro lado, projeções indicam que no próximo decênio a produção asiática poderá crescer somente 1% ao ano, o que não será suficiente para atender a demanda. O desafio é aumentar a produção por meio da obtenção de ganhos de produtividade (Ferreira et al., 2006).

Em relação ao Brasil, o país ocupa a nona posição, com uma produção de aproximadamente 12,5 milhões de toneladas, sendo que os quatro estados brasileiros com maior produção são responsáveis por, aproximadamente, 80% da produção nacional de arroz (IBGE, 2008).

A produção nacional está dividida em dois sistemas de cultivo, o de terras altas e o irrigado. Rio Grande do Sul e Santa Catarina são os maiores produtores nacionais de arroz irrigado. A produção de arroz de terras altas se encontra, principalmente, nos estados da região Centro-Oeste, mas também no Maranhão e Pará. Wander et al. (2007) constataram que a presença relativa de arroz por quilômetro quadrado no Brasil cresceu, mas se encontra relativamente pequena, se comparada à maioria dos países asiáticos.

Em relação ao consumo, o Brasil é o 10° consumidor global de arroz e o 50° em consumo *per capita*, muito distante dos países asiáticos (FAO, 2009), sendo que o consumo aparente de arroz beneficiado no Brasil é de, aproximadamente, 46 kg/hab/ano. O país foi auto-suficiente nas safras 2003/2004 e 2004/2005, porém voltou a ser deficitário nas safras seguintes, devido a variações na produção interna.

É comum ouvir que o Brasil tem potencial para se tornar um exportador de arroz. Para que isso se concretize há um longo caminho a percorrer. Falta organização na produção e uma plataforma de desenvolvimento tecnológico para sustentar a oferta de um produto com qualidade compatível com o mercado alvo.

2.2 SISTEMA DE CULTIVO DE TERRAS ALTAS

As condições ecológicas para produção arrozeira são extremamente diversas. O arroz é uma planta de grande variabilidade de formas, cultivado desde o Equador até grandes latitudes (norte e sul); ao nível do mar até elevadas altitudes do Himalaia; em solos mais diversos, tanto nos mais argilosos, quanto nos mais limosos (Soares, 2005).

O arroz (*Oryza sativa L.)* é uma espécie hidrófila, cujo processo evolutivo tem elevado a sua adaptação às mais variadas condições ambientais. São considerados dois grandes ecossistemas para a cultura, que são o de várzeas, irrigado por inundação controlada, e o de terras altas, englobando o sem irrigação e o com irrigação suplementar por aspersão. As diferenças entre ambientes destes ecossistemas têm ocasionado variações nas características da planta de arroz, conferindo adaptação aos genótipos (Morais et al., 2006).

A instabilidade climática durante o período de cultivo e a ocorrência de doenças, especialmente brusone e de pragas, como cupins, contribuem para a sua baixa produtividade e o rótulo de “cultura de alto risco”. Por outro lado, quando manejada adequadamente é capaz de apresentar produtividades de grãos de até 5000 Kg/ha (Guimarães et al., 2001).

Segundo Stone et al. (2006), grande parte das lavouras de arroz de terras altas está localizada na região dos Cerrados, cujos solos, em geral, apresentam baixa capacidade de armazenamento de água. A baixa capacidade de retenção de água dos solos, aliada a alta temperatura média durante esse período, faz com que os veranicos quando ocorrem na fase crítica da cultura, causem sérios decréscimos na produtividade do arroz.

Uma das alternativas utilizadas pelos produtores para solucionar esse problema é o uso de irrigação suplementar. Esse sistema é caracterizado pelo uso intenso do solo, com rotação de culturas e elevado uso de tecnologia. De um modo geral, o agricultor que usa irrigação pelo sistema de pivô cultiva, durante o inverno, o feijão ou o trigo, em sucessão com o milho, arroz ou soja, durante o verão. O milho representa cerca de 80% da rotação de culturas de maior potencial. Sob essas condições, as cultivares de arroz utilizadas no sistema produzem entre 3500 e 5000 Kg/ha.

Outro problema da cultura de arroz de terras altas é com relação à produtividade que se mantém ou decresce ligeiramente no segundo ano de monocultura e cai a níveis muito baixos em anos subseqüentes. Entretanto, quando rotacionado, pelo menos a cada dois anos com soja, obtém-se aumentos significativos de sua produtividade, chegando a 4000 Kg/ha (Guimarães et al., 2001)

Apesar das vantagens em produzir o arroz de terras no sistema de rotação de cultura com uso de irrigação suplementar, em curto prazo, as expectativas para o incremento da área com irrigação utilizando o pivô central são limitadas, visto ser este um sistema que requer elevado investimento inicial para a sua implantação.

O sistema tradicional de cultivo do arroz de sequeiro vem sendo utilizado desde o início da década de 70, quando as políticas governamentais, por meio de créditos diferenciados e assistência técnica, estimularam a utilização dos Cerrados para a produção de alimentos. O arroz, por sua rusticidade e tolerância a acidez foi utilizado nessa região como elemento de abertura de áreas para a implantação de pastagens e outras culturas como o milho e a soja (Embrapa, 1981).

Como a condição básica para a existência desse sistema é a disponibilidade de água de chuva, o cultivo é feito no período de verão, entre os meses de outubro e abril. Há casos em que o período de plantio se estende até o início de fevereiro, aumentando assim os riscos de ocorrência de veranico na fase reprodutiva da cultura, levando a decréscimos significativos da produtividade (Guimarães et al., 2006).

O risco advindo da deficiência hídrica fez com que a maior ênfase fosse colocada, no passado, sobre a resistência a seca e a estabilidade de produção, do que o potencial produtivo propriamente dito. Contudo a migração do cultivo para áreas de menor risco climático, associado pela preferência do consumidor por grãos do tipo longo fino, levou a uma mudança do ideotipo e das prioridades dos programas de melhoramento (Guimarães et al., 2006).

2.3 MELHORAMENTO GENÉTICO DA CULTURA DO ARROZ DE TERRAS ALTAS

2.3.1 Histórico dos programas de melhoramento

A atividade de melhoramento de plantas e desenvolvimento de cultivares no Brasil, durante as últimas duas décadas, comprovadamente contribuíram para o crescimento da agricultura nacional, especialmente quanto ao atendimento às necessidades em termos de alimento. É estimado que cerca de 50% do aumento da produtividade das principais espécies cultivadas seja atribuído ao melhoramento genético (Raposo et al., 2000). Hoje, sua contribuição é ainda maior, para atender a uma população crescente, exigente em qualidade e, principalmente, exigente na redução dos efeitos ambientais decorrentes de insumos agrícolas utilizados na produção de alimentos

A introdução do arroz no Brasil ocorreu por volta de 1550, no litoral de São Paulo (Pereira, 2002). Foi de fundamental importância essa introdução, pois o germoplasma de arroz que o país dispõe para o melhoramento da espécie constitui-se dessas inúmeras iniciativas de introdução feitas pelos próprios colonizadores, sendo perpetuado pelo cultivo sucessivo nas comunidades que se estabeleceram pelo país afora, no processo de interiorização (Morais et al., 2006).

Programas oficiais de melhoramento genético da cultura de arroz, no Brasil, somente se iniciaram em 1937, no Instituto Agronômico de Campinas, IAC (SP), e, em 1938, no Instituto Riograndense do Arroz, IRGA (RS). O primeiro sempre priorizou em suas atividades o arroz de terras altas, enquanto que o segundo se dedicou com exclusividade ao arroz irrigado (Morais et al., 2006).

Inicialmente, ambos os institutos adotaram a estratégia de selecionar, entre as cultivares ou linhagens até então disponíveis no País ou introduzidas do exterior, as que melhor se prestavam ao cultivo nas condições locais de São Paulo e do Rio Grande do Sul. O IRGA persistiu por mais tempo nessa estratégia porque havia no exterior programas de melhoramento capazes de oferecer, com certa continuidade, novas linhagens de arroz irrigado para avaliação, o que não acontecia com arroz de terras altas. O IAC teve, logo, que buscar a ampliação da variabilidade genética da coleção que já conseguira reunir, por meio de cruzamentos dirigidos, procurando combinar características de interesse. As atividades de cruzamento artificiais iniciaram no IRGA a partir de 1950 (Morais et al., 2006).

Visando atender as necessidades de pesquisa com a cultura do arroz, a Embrapa criou em 1974 o Centro Nacional de Pesquisa de Arroz e Feijão (CNPAF) com sede em Santo Antonio do Goiás, Goiás. Este centro realizou, inicialmente, um intenso trabalho de coleta das cultivares tradicionais e de introduções de linhagens de várias instituições internacionais, implantou um amplo programa de hibridação e, sobretudo, enfatizou o intercambio técnico institucional com as Empresas Estaduais de Pesquisa Agropecuária, fortalecendo o Sistema Nacional de Pesquisa Agropecuária (Cutrim, 1994).

Em 1982 foi criada as Comissões Técnicas de Avaliação de Arroz (CTArroz). Essas comissões eram constituídas por 35 instituições de pesquisa, envolvendo institutos de pesquisa, universidades, empresas estaduais de pesquisa, centros nacionais e estações experimentais, sob a coordenação do CNPAF. Segundo Soares (2005), essas comissões tinham a função de coordenar o processo de avaliação de cultivares e linhagens de arroz criados pelos diferentes programas de melhoramento nacional ou internacional, definindo estratégias, critérios opinando sobre a conveniência de lançamento de cultivares.

No final de 1992, ocorreu a regulamentação da lei de proteção de cultivares no Brasil (Brasil, 1998), que teve profundas repercussões nos programas de melhoramento público no Brasil, contribuindo pelo fim das CTArroz, deixando um grande vazio nos programas de melhoramento.

Com a nova lei, não houve de imediato maior envolvimento de empresas privadas com o melhoramento de arroz do Brasil e com isso as empresas públicas começaram a buscar maior objetividade em seus programas e a incorporar atitudes próprias do setor privado.

Após a internalização da Lei, no estado de São Paulo houve um aumento considerável no cultivo de outras culturas, o que fez com que o IAC priorizasse o melhoramento de arroz para características especiais focando nichos especiais do mercado.

Com a mudança de cenário da pesquisa nacional, a Embrapa, uma das principais empresas de pesquisa de arroz de terras altas, promoveu em 2001 ajustes em seus programas nacionais de pesquisas, criando macroprogramas, objetivando promover avanços significativos no conhecimento e no padrão tecnológico do agronegócio do arroz no país (Morais et al., 2006).

Existem 18 instituições de pesquisa envolvidas com o melhoramento de arroz no país: Embrapa, Irga, Ufg, Epagri, Iapar, Iac, Pesagro, Emcapa, Epamig, Empaer, Empaer-MT, Emater-GO, Epace, Ipa, Emepa, Emapa e Epeal, além da Universidade do

Tocantins e da Universidade Federal de Lavras. Destas, o IRGA, a EPAGRI, a PESAGRO, a EMCAPA e o IPA se dedicam apenas ao arroz irrigado, enquanto a Empaer somente ao arroz de terras altas (Castro et al., 2005). Estas instituições trabalham na forma de cooperativa, sendo que a fase de avaliação de linhagens é tarefa de todas, e a recombinação das selecionadas é tarefa da Embrapa, do IAPAR, do IAC e do IRGA.

O programa de melhoramento de arroz de terras altas mais recente iniciou-se em 2004, por meio da parceria entre Universidade Federal de Goiás, Embrapa Arroz e Feijão e Emater-GO. O objetivo deste programa é obter cultivares que atendam a demanda de pequenos agricultores de Goiás, utilizando a estratégia do melhoramento participativo (Melo et al., 2006)

Segundo Castro et al. (2005), o programa cooperativo de melhoramento contribuiu decisivamente para a melhoria da eficiência da orizicultura brasileira. Foram lançados, durante sua vigência, 78 novos cultivares, sendo 30 para o sistema de terras altas e 48 para o irrigado. Nesse período, a produtividade das lavouras de ambos os sistemas aumentou cerca de 30%, devido principalmente a substituição das cultivares antigas pelas mais recentes.

2.3.2 Principais objetivos dos programas de melhoramento

O melhoramento genético de qualquer cultura caracteriza-se por sua dinâmica, visto que tem que acompanhar e vislumbrar as demandas dos diferentes elos da cadeia produtiva (Castro et al., 1999). Cada programa é conduzido objetivando atingir alvos específicos, como a resistência a enfermidades, a melhoria da qualidade de grãos ou mesmo a adaptação a ambientes específicos (Castro et al., 1999).

Os objetivos e prioridades dos programas têm sido alterados, acompanhando as mudanças da distribuição geográfica da cultura, do manejo e da preferência do consumidor quanto ao tipo de grão. Produtividade e resistência à brusone são prioridades constantes do programa. Outros caracteres como resistência ao acamamento e precocidade tornaram-se mais importantes com a inclusão do arroz em sistemas de rotação de culturas, onde a produtividade é mais elevada que no sistema de monocultura (Breseghello et al., 2006).

A qualidade de grãos, entretanto, foi a maior mudança ocorrida nas cultivares de arroz de terras altas na década de 1990. A passagem do grão longo e largo, típico do germoplasma *japonica* tropical, para grãos longo-finos, até então representado no Brasil

pelo arroz irrigado, exigiu um grande esforço do programa de melhoramento da Embrapa. Foi necessário introduzir germoplasma exótico ao programa em grande proporção e intensificar a pressão de seleção para características relacionadas à qualidade de grãos, o que dificultou a obtenção de ganhos para outras características. O germoplasma elite da Embrapa Arroz e Feijão atingiu relativa uniformidade dos grãos na classe longo-fino, portanto as prioridades do programa de melhoramento poderão voltar-se para outros caracteres prioritários, como produtividade, resistência à brusone e à seca (Breseghello et al., 2006).

2.3.3 Melhoramento de arroz visando agricultura familiar

Ocupando 30,5% da área cultivada no país e produzindo cerca de 80% dos alimentos que chegam à mesa dos brasileiros, a agricultura familiar vem assumindo um papel importantíssimo na geração de emprego e renda, segurança alimentar, preservação ambiental e conseqüentemente no desenvolvimento socioeconômico do país (Melo et al., 2006). Em alguns produtos básicos da dieta do brasileiro como o feijão, arroz, milho, hortaliças, mandioca e pequenos animais chega a ser responsável por 60% da produção. Em geral, são agricultores com baixo nível de escolaridade e diversificam os produtos cultivados para diluir custos, aumentar a renda e aproveitar as oportunidades de oferta ambiental e disponibilidade de mão-de-obra.

Uma das culturas explorada pelos agricultores familiares é o arroz de terras altas, que tem um papel social muito importante, principalmente devido ao fato de ser plantada praticamente em todas as regiões do Brasil, em uma ampla diversidade de cultivo, que vai desde as lavouras mais tecnificadas até agricultura de subsistência, muito explorada pelos pequenos agricultores. As últimas três décadas foram marcadas por grandes avanços da pesquisa para a cultura do arroz, enfocando principalmente o melhoramento genético (Melo et al., 2006).

A taxa de adoção de novas tecnologias por parte dos pequenos agricultores tem sido muito baixa, na maioria das regiões do Brasil. Isso levou alguns pesquisadores a aceitar a idéia de que a causa maior desse fato, estaria relacionada à inconsistência entre as tecnologias geradas e a situação concreta dos pequenos agricultores, ou seja, as tecnologias oferecidas não estariam apropriadas às reais necessidades, dos usuários (Guimarães Filho & Tonneau, 2000). Muitos agricultores, inclusive aqueles que caracterizam a agricultura familiar e assentados de reforma agrária, vivem em áreas marginais e não são beneficiados

pelas modernas tecnologias empregadas no setor do agronegócio (Ferreira Junior et al., 2007).

Em relação ao arroz, o melhoramento genético desenvolveu nas últimas décadas cultivares mais produtivas, mais resistentes às doenças e com melhor qualidade de grãos. Porém a dependência dessas novas cultivares aos insumos químicos como fertilizantes, fungicidas, herbicidas continuou muito alta.

E é nesse contexto, que o melhoramento genético de arroz de terras altas vem ao encontro com as necessidades dos pequenos produtores, pois tem um papel importante no desenvolvimento de novas cultivares que atendam a demanda deste segmento, fortalecendo assim, a agricultura familiar, e promovendo o desenvolvimento rural com qualidade de vida (Morais et al., 2007)

Segundo Ferreira Júnior et al. (2007), as vantagens advindas da utilização de cultivares adaptadas a ambientes específicos são muitas, entre elas: alta produtividade, maior eficiência na utilização de nutrientes do solo, resistência a pragas e doenças e maior tolerância aos estresses ambientais. Normalmente, no melhoramento genético procura-se minimizar os efeitos da interação genótipo x ambiente, selecionando-se materiais com adaptação ampla e estáveis, que são recomendados para vários locais. Para o melhoramento visando agricultura familiar, pode se utilizar mecanismos que explore a interação genótipo x ambiente, identificando materiais estáveis e adaptados a ambientes específicos.

Segundo Melo et al. (2006), uma das alternativas encontradas pelos pesquisadores foi a implementação do melhoramento participativo, que consiste em envolver os agricultores desde o início do processo, participando de todas as fases, principalmente durante o processo de seleção das linhagens. Assim, será obtido cultivares adaptadas a ambientes específicos e com características que atendam à demanda dos agricultores, pois trabalham com toda a comunidade, pesquisadores de diversas áreas, extensionistas e associações de agricultores. Utiliza-se se um maior número de ambientes e manejam-se muitas informações, várias delas distintas daquelas usualmente utilizadas pelo melhoramento convencional. Outra vantagem advinda dessa forma de trabalho é a maior taxa de adoção das cultivares geradas pelo melhoramento.

O melhoramento participativo vem ganhando cada vez mais espaço. Um exemplo recente no estado de Goiás foi o lançamento de uma nova cultivar adaptada às necessidades dos agricultores familiares. A cultivar BRSGO Serra Dourada, é uma cultivar

de arroz de terras altas desenvolvida para o estado de Goiás em parceria com a Secretaria de Agricultura do Estado de Goiás (Seagro), a Universidade Federal de Goiás (UFG), a Embrapa Arroz e Feijão e os produtores regionais.

2.4 SELEÇÃO RECORRENTE

Métodos de melhoramento utilizados em plantas alógamas podem ser perfeitamente utilizados em plantas autógamas, especialmente aqueles que incrementam a possibilidade de intercruzamentos e a probabilidade de recombinação. Esse método tem por objetivo incrementar a porcentagem de alelos favoráveis em uma população, permitindo a seleção de linhas superiores, sendo aplicável a caracteres quantitativos, independente do tipo de ação gênica (Fagundes, 2004).

A seleção recorrente pode ser definida como um processo cíclico de seleção, a partir de uma população de ampla base genética, dos melhores indivíduos ou progênies, para posteriormente, recombiná-los e formar uma nova população melhorada (Fehr, 1987). A nova população obtida é utilizada como base para um novo ciclo de seleção, e assim por diante.

Apesar do emprego de seleção recorrente ser mais recente em autógamas, há relatos de sucesso no melhoramento de arroz, trigo, feijão e soja, podendo ser usada de duas maneiras quanto ao método de seleção. Uma maneira é a seleção de indivíduo, também denominada seleção fenotípica ou seleção massal e a outra é a seleção no âmbito de famílias, na qual se usa a seleção estruturada em famílias S_1, S_2, etc.

A seleção fenotípica, também denominada seleção massal é baseada exclusivamente nos fenótipos dos indivíduos da população, isto é, nenhuma informação do genótipo é usada para os critérios de seleção. Nesse método a população original é avaliada fenotipicamente e os melhores indivíduos são selecionados e recombinados. Igual número de sementes de cada indivíduo selecionado é agrupado para formar a população a ser submetida ao segundo ciclo de seleção. Esse procedimento é repetido até que a população atinja um nível satisfatório de comportamento (Cargnin, 2007).

As plantas são selecionadas apenas nas características dos fenótipos, e como indivíduos semelhantes podem apresentar constituição genética distinta, a seleção nem sempre é efetiva. Dessa forma esse método possui maior potencial para características de alta herdabilidade e que podem ser selecionadas visualmente com eficiência, sendo pouco utilizada para características de pouca herdabilidade (Cargnin, 2007).

A seleção recorrente fenotípica, apesar de suas limitações no uso, tem sido muito empregada principalmente no melhoramento visando resistência a doenças. Em milho Bleicher & Balmer (1993) relatam que a seleção recorrente fenotípica é eficiente para o aumento de resistência à doenças. Utilizando a seleção recorrente fenotípica para florescimento precoce de feijoeiro Carioca, Silva et al. (2007) concluíram que a seleção fenotípica foi efetiva para reduzir o número de dias para o florescimento, e o progresso com a seleção foi de 2,2% ao ano. Amaro et al. (2005) obtiveram resultados satisfatórios para mancha angular do feijoeiro, concluindo que houve um progresso genético de 4,6% por ciclo.

No entanto Moya et al. (2002) verificaram que a seleção recorrente massal para rendimento de grãos em trigo, após sete ciclos de seleção resultou em ganho genético de apenas 0,94%, no rendimento médio em relação ao primeiro ciclo. Os autores verificaram que além do baixo progresso genético, houve redução na variabilidade para esse caráter. Porém, para caracteres como altura de plantas e número de espigas tiveram ganhos consideráveis, provavelmente pela alta herdabilidade e possivelmente foram responsáveis pela resposta correlacionada nos ganhos em rendimento de grãos.

A maioria dos programas de melhoramento genético de espécies autógamas, principalmente arroz (Rangel et al., 2002), trigo (Maich et al., 2000; Gil et al., 2003) e feijão (Ramalho et al., 2005), utiliza o método de seleção recorrente com base na avaliação e seleção de famílias. Nestes trabalhos os resultados obtidos deixam claro que o método de seleção recorrente com base na avaliação de famílias, é uma boa alternativa de melhoramento de características quantitativas em espécies autógamas.

Sendo a produtividade de grãos um caráter quantitativo, 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 essa probabilidade diminui à medida que se aumenta a geração em consideração. Esses alelos geralmente estão dispersos nas famílias sob avaliação.

Quando se pretende conduzir um programa de melhoramento utilizando este método, o primeiro passo consiste na escolha de um grupo de cultivares ou linhagens, que possui os fenótipos que se pretende combinar. Esses materiais são intercruzados e se obtém a primeira população, também chamada de população base ou de ciclo 0 (Co). Dessa população base ou da população descendente são retiradas progênies $S_{0:1}$, $S_{0:2}$, etc, que são avaliadas. As melhores são selecionadas e recombinadas para se obter a população de ciclo

1 (C_1). Esse processo é contínuo e só termina quando as progênies obtidas mostram o desempenho desejado.

Selecionando-se os indivíduos superiores dentro das populações geneticamente divergentes e intercruzando-os, aumenta-se a freqüência dos alelos favoráveis na nova população e, com isso, têm-se maiores chances de encontrar indivíduos com todos os alelos favoráveis. Esse é o fundamento básico da seleção recorrente, que hoje vem sendo considerada como a melhor alternativa para se obter ganhos em características quantitativas, como a produtividade (Rangel & Neves, 1997). Assim, o melhoramento populacional por meio de seleção recorrente está sendo intensivamente utilizado, no sentido de obter cultivares de elevada capacidade produtiva de grãos.

O uso de seleção recorrente no melhoramento de arroz só se tornou viável após a descoberta da macho-esterilidade genética, condicionada por um gene recessivo ms. Introduzindo esse gene na população pode-se fazer a recombinação no campo de maneira simples e econômica. Colhendo-se somente as sementes produzidas pelas plantas macho-estéreis assegura-se a obtenção de sementes oriundas de cruzamentos com as plantas férteis da população e a conservação do gene ms na mesma (Taillebois & Guimarães, 1987). O uso de plantas macho-estéreis é uma alternativa muito utilizada nos programas de melhoramento de arroz de terras altas da Embrapa.

O programa de melhoramento de arroz da Embrapa é organizado em torno de um esquema baseado no conceito de seleção recorrente. A população-elite do programa de melhoramento origina-se da recombinação dos indivíduos de maior valor genético e é manejada visando resultados a curto prazo, sob forte pressão de seleção. Os melhores indivíduos, geralmente famílias $F_{3:5}$ selecionadas baseando-se em resultados de ensaios multilocais, são recombinados para compor um novo ciclo de melhoramento. A perda de alelos, causada pela seleção intensa, é compensada pela migração de indivíduos superiores identificados principalmente em outras populações, sintetizadas a partir de genitores selecionados no germoplasma disponibilizado ao programa e submetidas a procedimentos de seleção recorrente com objetivos a longo prazo, e priorizando as características de maior interesse ao programa (Morais et al., 2005).

No caso específico do arroz de terras altas, seis populações (três precoces e três de ciclo médio), sintetizadas no início da década de 1990, encontram-se em contínuo melhoramento sob um rigoroso cronograma que permite concluir cada ciclo de seleção em

três anos e evitar que mais de duas populações estejam na fase de avaliação em ensaios multilocais em um mesmo ano agrícola (Morais, 1997 & Breseghello et al., 2006).

Morais et al. (2008) observaram ganhos de aproximadamente 309,6 kg/ha nos dois primeiros ciclos de seleção recorrente na população de arroz de terras altas CG3 e também observaram entre o primeiro e o terceiro ciclo de seleção recorrente um ganho 3,4% ao ano em relação ao nível de incidência de brusone no pescoço observada nas famílias $S_{O:2}$ do primeiro ciclo.

Foi observado um ganho de seleção para produtividade de grãos de 6,2% para rendimento de grãos na população de seleção recorrente CG2 de arroz de terras (Morais et al., 1998), corroborando com os resultados obtidos por Rodrigues et al. (1998) que obtiveram ganhos de 12% para rendimento de grãos na população de seleção recorrente CNA1 de arroz irrigado.

2.5 USO DE BACTÉRIAS DIAZOTRÓFICAS

Com a exceção da água, o nitrogênio é geralmente considerado o nutriente mais limitante para o crescimento de plantas no seu ambiente natural (Franco & Döbereiner, 1994). Além do carbono e hidrogênio, o nitrogênio é o nutriente mais abundante na matéria viva, participando na composição de moléculas de ácidos nucléicos, proteínas e polissacarídeos entre outras. Entretanto, apesar de ser requerido em quantidades significativas pelos seres vivos, na natureza este elemento é encontrado em abundância em uma forma quimicamente muito estável, portanto sua pronta assimilação pela maioria dos seres vivos é limitada, requerendo sua transformação para uma forma combinada que facilite sua assimilação.

O reconhecimento da importância da biologia do solo e da busca de alternativas para diminuir o consumo de fertilizantes nitrogenados fez ampliar na década de 1970 as pesquisas na área de fixação biológica de nitrogênio. No Brasil o fertilizante nitrogenado representa o maior custo entre os fertilizantes já que sua compra não é subsidiada e a quantidade requerida pela plantas é uma das maiores entre os outros. Além disto, os solos brasileiros em sua maioria são considerados de baixa fertilidade natural. A pesquisa neste cenário culminou com a descoberta de novas espécies de bactérias associadas as gramíneas tanto na rizosfera como no interior das plantas. Considera-se a população de bactérias diazotróficas subdivididas entre as de vida livre e as associativas, em que a relação com o hospedeiro pode ser mais restrita, como no caso das leguminosas.

Este segundo grupo tem sido denominado pela comunidade científica como um endófito, necessitando do vegetal para completar o seu ciclo de vida e manter-se viável no ambiente (Reis, 2009).

Estudos realizados demonstraram que bactérias diazotróficas endofíticas tem grande potencial de utilização como insumo biológico na agricultura, dado a habilidade de colonizar o interior da planta e de se localizar em nichos protegidos do oxigênio, e assim, e assim o potencial da enzima nitrogenase, para fixar o nitrogênio atmosférico, pode ser mantido ao nível máximo. Muitas bactérias fixadoras de nitrogênio já foram identificadas e têm sido isoladas de diversas como exemplo de arroz, milho, cana de açúcar e sorgo. (Ferreira et al., 2003).

Bactérias do gênero *Azospirillum* são heterotróficas capazes de fixar nitrogênio atmosférico. Dentre as bactérias diazotróficas as do gênero Azozspirillum são as mais estudadas, as espécies desse gênero são do tipo bastonete móvel, aeróbicas heterotróficas que fixam nitrogênio em condições microaerofílicas (Kennedy et al., 2004).

Para a cultura do arroz, diversos trabalhos têm mostrado que a cultura pode se beneficiar da associação com bactérias diazotróficas, obtendo significativa contribuição do nitrogênio fixado biologicamente (Baldani et al., 2000).

Didonet et al. (2003) em estudo realizado com inoculação de sementes de linhagens de arroz de terras altas, observaram que o uso de bactérias diazotróficas proporciona aumento no crescimento da parte aérea e da raiz das plântulas, no número de raízes secundárias e a quantidade de ramificações das raízes. Kuss et al. (2008) concluíram que plântulas de arroz irrigado quando cultivadas em solo sob condições de câmara de crescimento, e inoculadas com *A. brasilense* aumentam a produção de massa fresca e seca.

No entanto para James (2000), é impossível dizer com certeza se os efeitos observados com a inoculação de uma bactéria diazotrófica em arroz são devido à fixação ou a outro fator. Como efeitos hormonais aumentando a capacidade da planta de extrair N do solo em função do aumento do sistema radicular, e/ou em função de alteração no metabolismo da planta pela atividade da enzima nitrato redutase da bactéria.

Apesar da obtenção de resultados diferentes para o uso de bactérias diazotróficas no arroz de terras altas, a importância da fixação biológica de nitrogênio pelas bactérias não pode ser descartada, sendo necessários mais estudos quanto às características das cultivares e sua capacidade de associação e resposta à inoculação.

3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1 POPULAÇÃO CNA9

Esta população foi sintetizada pela Embrapa Arroz e Feijão, incorporando, em 1992/03, 20 fontes de maior eficiência na utilização de fósforo e duas fontes de resistência à brusone na população de arroz de terras altas CNA-IRAT5/2/1 (Tabela 1).

Tabela 1. Composição da população CNA9 de seleção recorrente sintetizada pela Embrapa Arroz e Feijão, Santo Antonio do Goiás, 2009.

Genitor	*Origem*	**Participação %**
CNA 4164	IAC 47/IRAT 13	0,70
CNA 4166	IAC 25/63-83	0,31
CNA 4180	IAC 47/IRAT 13	0,70
IRAT 237	RS 25/IAC 25	2,00
IR5516-18-1	-	2,80
CNA 5164	IAC 25/63-83	0,31
CNA 5165	IAC 25/63-83	0,31
CNA 5166	IAC 25/63-83	0,31
L 80-67	Línea Del IAPAR	2,80
CNAx 511-16-B-5	IAC 47/IRAT 13	0,70
CNAx 093-BM 30-BM 29 P-2	IAC 25/63-83	0,31
CNAx 095-BM 30-BM 9-4	IAC 25/63-83	0,31
IR 3646-8-1-2	-	2,80
CNAx 095-BM 30-BMP-28	IAC 25/63-83	0,31
CNA 4136	IAC 25/63-83	0,31
IRAT 144	IRAT 13/IRAT 10	2,80
Cuiabana	IAC 47/SR 2041-50-1	2,80
Fernandes	Cultivar tradicional-Brasil	2,80
CNA 4122	IAC 25/63-83	0,31
Rio Paraguai	IAC 47/63-83	0,73
IAC 25	IAC 1246/Dourado Precoce	5,60
IRAT 112 R	IRAT 13/Dourado Precoce	5,60
CNA-IRAT 5/2/1	População	64,38

Fonte: Morais et al., (1997).

Essa população foi submetida a dois ciclos de seleção massal, visando uniformização de ciclo e eliminação de indivíduos muito altos, além de um ciclo para produtividade de grãos (campo) e maior tolerância ao alumínio (casa de vegetação), baseando-se em informações de famílias $S_{0:1}$. As sementes remanescentes das famílias selecionadas foram recombinadas em casa de vegetação, com uso de macho-esterilidade para a síntese da população CNA9|2|1, em que a identificação "2" refere-se aos dois ciclos de seleção e "1" identifica haver realizado uma recombinação. A população CNA9|2|1 foi avançada por meio da seleção de plantas individuais dentro de cada cruzamento, na geração de famílias $S_{0:1}$, seguido pela observação e seleção das melhores famílias $S_{0:1}$.

3.2 EXPERIMENTO EM CASA DE VEGETAÇÃO

3.2.1 Implementação e condução

Foram utilizadas 50 famílias $S_{0:2}$, oriundas da multiplicação das famílias $S_{0:1}$, da população de seleção recorrente CNA9 de arroz de terras altas. Os experimentos foram conduzidos em casa de vegetação na Fazenda Capivara da Embrapa Arroz e Feijão, situada no município de Santo Antônio de Goiás-GO, latitude 16º 28’ 00’’S, longitude 49º 17’ 00” e altitude 823bm.

As famílias foram avaliadas em quatro experimentos, sendo que em todos as famílias foram avaliadas com inoculante e sem inoculante. Em cada experimento foi realizada uma combinação entre nitrogênio e fósforo, seguindo o seguinte esquema:

a) Experimento 1 – Com Nitrogênio e Com fósforo
b) Experimento 2 – Com Nitrogênio e Sem fósforo
c) Experimento 3 – Sem Nitrogênio e Com fósforo
d) Experimento 4 – Sem Nitrogênio e Sem fósforo

O delineamento experimental utilizado foi blocos casualizados com duas repetições. O plantio foi realizado em setembro de 2009, utilizando vasos com capacidade de 4,0 kg. O solo utilizado foi um Latossolo Vermelho-Escuro, cujo resultado da análise química é mostrado na Tabela 2. Foram plantadas dez sementes por vaso e dez dias após a emergência, foi feito um desbaste permanecendo cinco plantas por vaso.

Tabela 2. Características químicas do solo utilizado no experimento em casa de vegetação, Embrapa Arroz e Feijão em Santo Antonio do Goiás, 2009.

Amostra	pH	Ca**	Mg**	Al**	H+Al**	P*	K*	Cu*	Zn*	Fe*	Mn*	M.O.
	Água	.....$Cmol_c/dm^3$				.....Mg/dm^3.....						g/dm^3
	4,9	0,36	0,14	0,4	4,81	4,8	37	2,1	3,0	45	8	17

* extraído com solução Mehlich-I ** extraído com solução de KCl 1 mol L^{-1}

Para as combinações com nitrogênio foram utilizados 1,2 g de $N(NH_4)_2SO_4$ por vaso e para as combinações que continham fósforo foram utilizados 800 mg de P_2O_5 por vaso.

Foram utilizadas bactérias do gênero *Azospirillum*, provenientes da Coleção de Bactérias diazotróficas da Embrapa Agrobiologia que têm sido utilizadas como inoculante em semente de várias espécies de plantas para promover o crescimento das raízes e a fixação biológica do nitrogênio atmosférico. Para a melhor fixação do inoculante, as sementes de arroz foram mergulhadas em uma solução de água com açúcar e, posteriormente, misturadas ao inoculante.

3.2.2 Caracteres avaliados

Quarenta dias após a emergência das plantas foram tomados dados de altura e teor de clorofila. Foi medida a altura de todas as plantas de cada vaso, da ponta da folha mais longa até o colo da planta.

Para medir o teor de clorofila foi usado o clorofilômetro. Este medidor portátil de clorofila proporciona leituras instantâneas, de uma maneira não destrutiva de folhas, e surgiu como uma alternativa de indicação de níveis de nitrogênio na planta. O índice de clorofila foi medido pelo clorofilômetro (modelo SPAD-502) pela média das leituras de três posições na folha (basal, intermediária e apical) de três plantas de cada vaso, aos 40 dias após a emergência.

As plantas foram colhidas após 45 dias da emergência. A parte aérea das plantas foi lavada em água corrente e em seguida submetida à secagem, em estufa a 65ºC, até obter peso constante, e pesada, para a determinação da matéria seca da parte aérea.

Na coleta, as plantas tiveram suas raízes lavadas em água corrente, utilizando peneiras para eliminação total do solo. Foram tomados os dados de volume médio das raízes, medido pelo deslocamento de água provocado pela introdução das raízes em uma proveta graduada, e matéria seca das raízes, determinada por meio da secagem em estufa a

65º C até peso constante.

Foi realizada análise de variância para cada experimento e a análise de variância conjunta envolvendo todos os experimentos. Para a comparação entre as médias dos caracteres de cada experimento utilizou-se o teste de Tukey a 5 % de significância, utilizando o programa computacional SISVAR (Ferreira, 2000).

3.3 EXPERIMENTO EM CAMPO

3.3.1 Instalação e condução

O plantio foi realizado no dia 27 de dezembro de 2008 na Fazenda Capivara da Embrapa Arroz e Feijão, situada no município de Santo Antônio de Goiás-GO.

O delineamento experimental utilizado foi um látice 14x14, com três repetições e 196 tratamentos, sendo 194 famílias $S_{0:2}$ da população CNA9 e duas testemunhas: BRS Primavera e BRSGO Serra Dourada.

Foi utilizado 150 Kg/ha do fertilizante 5-30-15 no plantio e na adubação de cobertura 40 Kg/ha de N, após 40 dias da emergência das plântulas. Foi realizado o controle de formigas com iscas, juntamente com a aplicação de 2 l/ha de Oxadiazona e 5g/ha de metsulfuron metil, para o controle de plantas daninhas.

Os tratamentos foram distribuídos em parcelas de quatro linhas de cinco metros de comprimento, espaçadas de 30 cm e 60 sementes por metro . A área útil da parcela foi representada por duas linhas de três metros e a colheita foi feita manualmente no dia sete de maio de 2009.

O solo utilizado foi um Latossolo Vermelho-Escuro cujas características químicas estão apresentadas na Tabela 3.

Tabela 3. Características químicas do solo da área experimental da Embrapa Arroz e Feijão, no município de Santo Antonio do Goiás, 2008.

Amostra	pH	Ca*	Mg**	Al**	H+Al**	P*	K*	Cu*	Zn*	Fe*	Mn*	M.O.
	Água	.....$Cmol_c/dm^3$				.....Mg/dm^3.....						g/dm^3
	5,6	2,52	0,83	0,0	4,85	23,4	125	2,0	6,4	30	31	20

* extraído com solução Mehlich-I ** extraído com solução de KCl 1 mol L-1

3.3.2 Caracteres avaliados

Durante o ciclo de desenvolvimento e crescimento da cultura foram avaliados e anotados os dados dos seguintes caracteres para as famílias de acordo com o Manual de Métodos de Pesquisa em Arroz da Embrapa Arroz e Feijão (Embrapa, 1977).

- Altura de plantas: distância medida em centímetros, a partir da superfície do solo até a extremidade da panícula, medida na época da maturação;
- Floração: número de dias até o florescimento médio, contados a partir da semeadura;
- Acamamento: avaliado por meio de uma escala de notas visuais na maturidade, variando de 1 (planta ereta com caule principal em ângulo de 90 graus com o solo) até 5 (planta prostrada com caule principal em ângulo 0 com o solo);
- Reação à doenças: avaliada por meio de uma escala de notas visuais, variando de 1 (plantas sem nenhum sintoma de doenças) até 9 (planta com infestação superior á 90%). Foram avaliadas as seguintes doenças: brusone na folha, brusone no pescoço, escaldadura, mancha parda, mancha de grãos e mancha estreita;
- Produtividade de grãos: peso dos grãos da parcela após a colheita, secagem e limpeza.

3.3.3 Análises genéticas e estatísticas

Foram realizadas análises de variância individual para todos os caracteres utilizando o programa computacional MSTAT (1983). O modelo estatístico, segundo Cochran e Cox (1957) foi dado por:

$$\mathbf{Y_{ijk} = \mu + r_i + b_{(l)j} + t_k + e_{ijk}}$$

Em que:

Y_{ijk}: valor observado na parcela experimental que recebeu o K-ésimo tratamentos no j-ésimo bloco da i-ésima repetição;

μ: efeito fixo da media geral;

r_i: efeito aleatório da i-ésima repetição;

$b_{(l)j}$: efeito aleatório do j-ésimo bloco dentro da i-ésima repetição;

t_k: efeito aleatório do k-ésimo tratamento;

e_{ijk}: efeito aleatório do erro experimental da parcela que recebeu o k-ésimo tratamento, no j-ésimo bloco, da i-ésima repetição. Admite-se que os erros são independentes e normalmente distribuídos com média zero e variância σ^2.

O esquema geral da análise de variância individual é mostrado na Tabela 4, na qual se encontram os quadrados médios, com suas respectivas esperanças matemáticas. A partir das esperanças matemáticas dos quadrados médios foram estimados os componentes de variância e os parâmetros genéticos e fenotípicos apresentados na Tabela 5, como em Vencovsky & Barriga (1992).

Tabela 4. Esquema resumido da análise individual de variância, com as respectivas esperanças matemáticas do quadrado médio (EQM).

Causas da variação	Quadrado Médio	E (QM)
Repetição	Q_1	-
Bloco dentro repetição	Q_2	-
Tratamento ajustado	Q_3	$\sigma^2_e + r\sigma^2_g$
Erro efetivo	Q_4	σ^2_e

σ2g: variância genética entre tratamentos; σ2e: variância ambiental; r: número de repetições.

Tabela 5. Estimativas dos componentes de variância e dos parâmetros genéticos e fenotípicos de cada caráter.

Estimativas	Individual	Expressão p/ as estimativas
σ^2_g	Variância genética entre as famílias	$\frac{Q_3 - Q_4}{r}$
σ^2_f	Variância fenotípica média entre as famílias	$\frac{Q_3}{r}$
σ^2_e	Variância do erro	Q_4
h^2_a	Herdabilidade no sentido amplo	$\frac{Q_3 - Q_4}{Q_3}$
CV_g	Coeficiente de variação genético entre as médias das famílias, sendo $\overline{X}$ a média das famílias	$\frac{\hat{\sigma}_g}{\overline{X}}$
GS%	Ganho de seleção	DS x h^2

Em que: Q_3: quadrado médio do tratamento ajustado; Q_4: quadrado médio do erro efetivo, na análise de variância individual e DS: diferencial de seleção.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 EXPERIMENTO EM CASA DE VEGETAÇÃO

O resumo da análise de variância conjunta para os caracteres avaliados em 50 famílias $S_{0:2}$ nos quatro ensaios conduzidos em casa de vegetação podem ser vistos na Tabela 6. Observou-se que para todos os caracteres houve diferença altamente significativa (P<0,01) entre os experimentos.

Em relação ao efeito da inoculação, observou que para nenhum caráter houve efeito do inoculante. Alguns trabalhos como o de Kuss et al. (2008), com arroz irrigado utilizando bactérias diazotróficas em solução nutritiva, encontraram resultados que mostraram a eficiência do uso de inoculante para altura de plantas. Resultados semelhantes foram encontrados por Guimarães et al. (2003) e Didonet et al. (2003) para matéria seca. Os microrganismos inoculados estão sujeitos a diversos fatores adversos presentes no solo e na planta até que colonizem a rizosfera, e por isso, essas interações devem ser exploradas e melhor estudadas.

A fixação biológica, realizada por bactérias diazotróficas, representa o processo de grande importância, pois é responsável pela incorporação de quantidades consideráveis do N atmosférico, tanto em ecossistemas naturais quanto em sistemas agrícolas (Santos et al., 2008).

Houve diferenças altamente significativas (P>0,01) entre as famílias para altura de plantas, matéria seca e teor de clorofila e para volume de raiz a diferença foi significativa a 5%. Isto indica a possibilidade de selecionar famílias superiores uma vez que existe variabilidade para estes caracteres. A presença da interação de experimentos por famílias para os caracteres altura de plantas, teor de matéria seca e volume de raiz, indica que é possível selecionar famílias mais específicas para as combinações de nitrogênio e fósforo.

Não houve interação entre famílias x inoculante, mostrando que as famílias apresentam mesmo comportamento na presença e ausência de inoculante, não permitindo identificar as famílias com eficiência na fixação de nitrogênio.

A medida mais utilizada como indicativo de precisão experimental é o coeficiente de variação (CV). Para altura de plantas os valores de CV foram baixos variando de 6,27% a 9,40%, o que já era esperado, pois, geralmente são encontrados valores mais baixos para esse caráter. Kuss et al. (2008) encontraram 16,28% para o caráter altura de plantas em um experimento com inoculação de bactérias diazotróficas.

Para matéria seca o coeficiente de variação ambiental variou de 12,36% no experimento que recebeu nitrogênio e não recebeu fósforo a 20,99% no experimento que não recebeu nenhum dos dois nutrientes, semelhante ao valor encontrados por Guimarães et al. (2003) que foi de 25% em um experimento de inoculação de bactérias diazotróficas endofíticas em arroz de terras altas.

O coeficiente de variação variou de 7,70 % a 10,96 % indicando boa precisão experimental para teor de clorofila, corroborando com os resultados encontrados por Lopes et al. (2010), que foi de 7,60% Variou de 6,5 % a 22,97%, valores estes considerados dentro do esperado, para volume de raiz. Em relação a matéria seca da raiz o CV variou de 7,01 % a 19,7 %, semelhante ao encontrado por Bonnecarrère et al (2004), que foi de 18,4 %, em um experimento com arroz irrigado.

Tabela 6. Resumo da análise de variância conjunta envolvendo os quatro ensaios em casa de vegetação. Santo Antônio de Goiás, 2009.

Fonte de variação	GL	Quadrado Médio				
		Altura de Planta (cm)	Matéria seca (g)	Teor de clorofila	Volume de raiz (cm^3)	MS de raiz (g)
Experimento (E)	3	95552,32**	8400,40**	5726,19**	24954,48**	3119,04**
Inoculante (I)	1	4,48 ^{ns}	10,21^{ns}	14,68^{ns}	44,56^{ns}	4,16^{ns}
Famílias (F)	49	300,11**	20,37**	36,29**	26,49*	2,29 ^{ns}
Bloco (b)	1	280,96*	2,02^{ns}	20,03^{ns}	0,49^{ns}	0,005^{ns}
E x I	3	42,62^{ns}	11,35^{ns}	1,01^{ns}	18,01^{ns}	0,84^{ns}
E x F	147	85,32*	17,69**	11,55^{ns}	24,44*	2,24^{ns}
E x b	3	191,03*	134,51**	65,80**	69,73**	7,36**
I X F	49	55,05^{ns}	9,72^{ns}	8,59^{ns}	11,48^{ns}	1,34^{ns}
I x b	1	30,15^{ns}	0,17^{ns}	1,49^{ns}	7,48^{ns}	1,19^{ns}
T x b	49	122,01**	16,07**	11,32^{ns}	18,25^{ns}	1,96^{ns}
E x I x F	147	59,39^{ns}	6,66^{ns}	11,13^{ns}	12,13^{ns}	1,29^{ns}
E x I x b	3	19,26^{ns}	6,23^{ns}	9,93^{ns}	8,93^{ns}	0,20^{ns}
E xF x b	147	85,24*	14,12**	13,92**	18,91^{ns}	2,14^{ns}
I x T x b	49	57,35^{ns}	8,96^{ns}	13,63*	16,57^{ns}	1,49^{ns}
Resíduo	147	60,25	9,17	9,24	17,70	1,82
Média		91,6	14,9	34,3	25,7	9,0
CV (%)		8,47	20,26	8,84	16,33	14,99

As Figuras 1 e 2 mostram as equações de regressão das médias de alguns caracteres nos quatro experimentos. Observa-se que para o caráter altura de plantas, o nitrogênio foi fundamental para um maior crescimento, independente da presença de fósforo. Corroborando com os resultados encontrados por Oliveira et al. (2008), que observaram um aumento na altura de plantas de arroz de acordo com o aumento da adubação nitrogenada.

Em relação à matéria seca e teor de clorofila observou-se resultado semelhante ao obtido para altura de planta, reforçando a importância do nitrogênio para o desenvolvimento da parte aérea. Conforme Soares (2005), o nitrogênio promove o crescimento mais rápido e o aumento do tamanho das folhas (Figura 1).

Para teor de clorofila, a presença do nitrogênio foi determinante, mostrando uma relação entre os dois. De acordo com Chapman & Barreto (1997), o teor de clorofila relaciona-se positivamente com o teor de nitrogênio da planta, sendo que, de 50% a 70% do N total das folhas é integrante das enzimas que estão associadas aos cloroplastos. Isto pode ser um indicio de que a avaliação deste caráter é importante para discriminar as famílias mais eficientes na absorção de nitrogênio (Figura 1).

O fósforo é um nutriente que influencia o desenvolvimento radicular Fageria (1992). Isso pode ser corroborado analisando os resultados apresentados no Figura 2, em relação aos caracteres relacionados à raiz. Observou-se maiores médias para o volume de raiz e teor de matéria seca da raiz, na ausência do nitrogênio e presença do fósforo. Taylor e Arkin (1981) relataram a alteração no crescimento das raízes em função da presença de P. A obtenção de plantas de arroz mais eficientes na utilização do P é a maneira mais econômica de se reduzir os custos de produção dessa cultura, especialmente nas condições de cerrado (Clark & Duncan, 1991; Fageria, 1992). Crusciol et al. (2005) verificaram aumento no volume de raiz e matéria seca de raiz com o aumento de doses de fósforo em experimento com arroz de terras altas e Solino et al. (2007) verificaram aumento de matéria seca radicular com a adição de adubação nitrogenada em experimento com a mesma cultura.

Na presença e na ausência de ambos os nutrientes, o volume de raiz e a matéria seca radicular foram menores, sendo as melhores respostas na presença de P e ausência de N, confirmando a importância do P para as raízes e do N para a parte área conforme observado anteriormente.

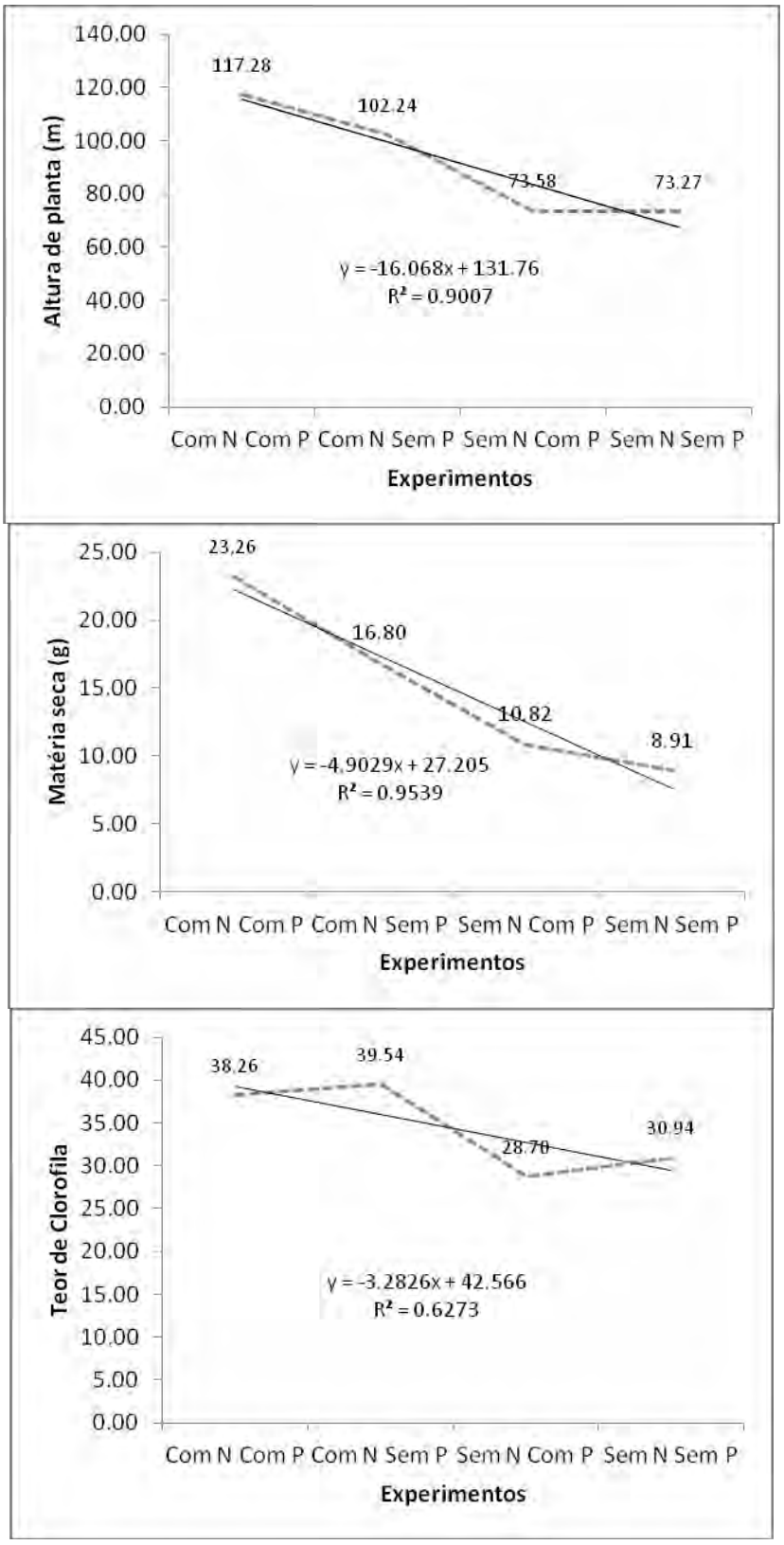


Figura 1. Equação de regressão linear dos experimentos variando N e P para os caractres altura de plantas, matéria seca e teor de clorofila das familias $S_{0:2}$

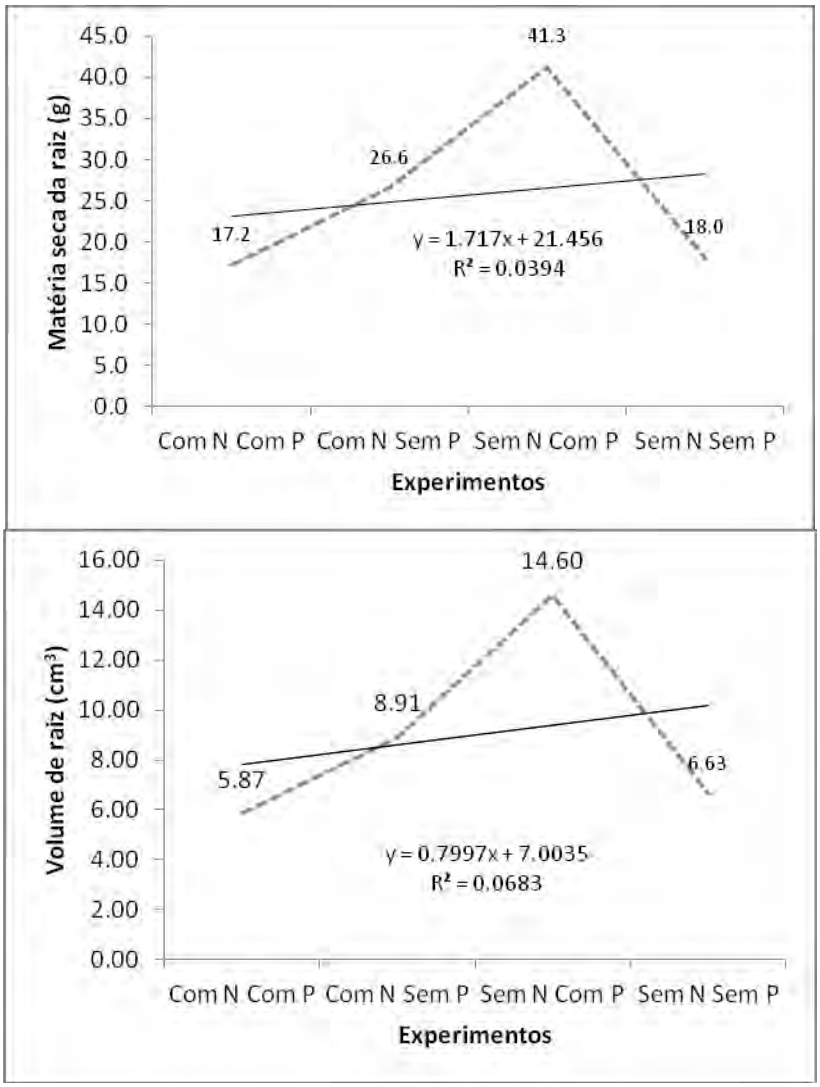


Figura 2. Equação de regressão linear dos experimentos variando N e P para os caractres matéria seca de raiz e volume de raiz das familias $S_{0:2}$

4.2 EXPERIMENTO EM CAMPO

Os resultados obtidos para altura de plantas, floração e produtividade de grãos das 194 famílias $S_{0:2}$ e das duas testemunhas são apresentadas nas Tabela 7. Nota-se que houve diferenças significativas (P<0,01), para os três caracteres avaliados, indicando a variabilidade existente entre as famílias.

O coeficiente de variação ambiental (CVe), para produtividade foi de 17,92%, valor que pode ser considerado baixo para esse caráter, levando em consideração também o tamanho do ensaio, o que indica que o experimento foi bem conduzido. Rangel et al. (1997 e 2002) obtiveram coeficiente de variação ambiental de 17 a 26%, respectivamente, para o

caráter produtividade, trabalhando com as populações CNA1, CNA-IRAT4 CNA-IRATP de arroz irrigado. Morais et al. (2007) encontraram 20,21% para a população de arroz de terras altas CG3 que se encontrava em seu terceiro ciclo de seleção recorrente.

O CV_e para altura e floração está dentro do que normalmente encontra-se para esses caracteres, confirmando mais uma vez que o experimento foi conduzido dentro da normalidade para a cultura. Morais et al. (2008) encontraram 6,69% para altura e 3,53% para floração na população de seleção recorrente CG3 de arroz de terras altas.

O coeficiente de variação genética (CV_g), razão entre o desvio padrão genético e a média da população, expressa em percentagem, constitui um indicador da grandeza relativa das mudanças possíveis que podem ser conseguidas em cada característica, por meio da seleção (Morais, 1992). O coeficiente de variação genética estimado para produtividade foi 15,4%, similar aos encontrados por Fagundes (2004). Esta estimativa permite inferir que a população avaliada apresenta alta variabilidade genética e que há possibilidade de se obter ganhos expressivos por seleção.

Em relação à altura e floração os coeficientes de variação genética foram 4,77% e 2,85%, respectivamente, maiores que os resultados encontrados por Rangel et al. (2000), que foram de 3,65% e 5,12% respectivamente em um experimento com arroz irrigado. As baixas estimativas de CV_g apresentadas pelos caracteres floração e altura, são esperados, pois para estes caracteres, a variância genética normalmente encontrada é menor entre os genitores utilizados.

Como o melhorista não tem condições de prever se a área experimental é ou não heterogênea, a condução dos experimentos no delineamento em látice funciona como sendo um seguro para um problema que pode ou não ocorrer, e nesse presente experimento a eficiência do delineamento em látice foi 17,42 % para floração, 2,87 % para altura e 15,99% para produtividade em relação ao delineamento em blocos casualizados.

Os valores estimados para herdabilidade (h^2) podem ser considerados no sentido restrito, uma vez que há uma predominância da variância aditiva. Essa interpretação pode ser apoiada por trabalhos de diversos autores, ao quais apontam uma predominância de efeitos aditivos na cultura do arroz, principalmente para caracteres qualitativos, como altura de plantas, tornando a estimativa da herdabilidade mais confiável (Morais, 1992; Verma et al., 1994).

A principal função da herdabilidade, segundo Falconer (1978), é seu papel preditivo, que expressa a confiabilidade do valor fenotípico como estimador do valor

genético. Quanto maior a herdabilidade, maior o ganho genético por seleção. De acordo com a tabela 7, a herdabilidade para produtividade de grãos foi de 70,35%, indicando a possibilidade de se obter sucesso com a seleção. Resultados similares foram encontrados por Santos (2001) e Lellis et al. (2006) que encontraram valores de 77,9% e 50,49% respectivamente.

Para o caráter floração, de acordo com a Tabela 7, a herdabilidade foi de 73,0 %, valor este, considerado alto, conferindo boa precisão na seleção pelo fenótipo, já que a raiz quadrada da herdabilidade indica a precisão da seleção. Resultados similares foram obtidos por Fagundes et al. (2004) e Lopes et al. (2002).

Para altura de plantas a h^2 foi de 56,35%. Santos et al. (1997) encontraram 32,7% para esse caráter e Morais et al. (2007) encontraram 57,91% para altura na população de arroz de terras altas CNA de seleção recorrente.

Hallauer & Miranda Filho (1981) enfatizam que a estimativa do progresso esperado por seleção constitui uma das mais importantes contribuições da genética quantitativa para o melhoramento de plantas e animais. Por meio da resposta à seleção, pode-se avaliar se uma dada população é adequada aos objetivos do melhoramento. Deve-se ressaltar que no presente trabalho houve um ganho considerável para produtividade de grãos de 16%, corroborando com os resultados obtidos por Lellis et al. (2006) que obtiveram ganhos de 19,48% para produtividade em uma população de arroz de terras altas.

O ganho de seleção foi de -0,54% e 0,82% para os caracteres altura e floração, respectivamente. Ganho de seleção para o caráter altura mostrou que houve uma diminuição de 0,54% na altura das plantas em relação ao ciclo anterior, sendo esta uma característica favorável já que se espera eliminar famílias mais altas. Observa-se um pequeno aumento de dias para floração, porém esse aumento é irrelevante já que a população em geral se mostrou com ciclo precoce.

As famílias com desempenho superior foram selecionadas, baseando principalmente na produtividade de grãos e na resistência à doença, com ênfase na brusone do pescoço.

A seleção para o caráter produtividade de grãos, pode ser considerada segura, já que o coeficiente de variação experimental foi baixo para esse caráter e a herdabilidade alta. Isso mostra que as famílias selecionadas para compor o ciclo de recombinação subseqüente serão bem produtivas, característica esta, considerada prioritária neste

trabalho.

Tabela 7. Resumo da análise de variância para os caracteres altura, floração e produtividade de grãos (kg/ha) das famílias da população CNA9, avaliadas na Embrapa Arroz e Feijão, Santo Antônio de Goiás/GO, no ano agrícola de 2008/2009.

		QM		
FV	GL	Altura (cm)	Floração (dias)	Produtividade (Kg/ha)
Repetição	2	1183,04	182,58	10081972,42
Bloco/repetição	39	95,11	23,44	933242,70
Família	195	132,24**	26,58**	985595,06**
Erro efetivo	351	57,72	7,00	292178,01
Média		104,35	89,40	3014,78
σ^2_g		24,84	6,52	231139,01
σ^2_f		44,08	8,86	328531,68
h^2 (%)		56,35	73,0	70,35
GS (%)		-0,54	0,82	16
CV_e		7,28	2,95	17,92
CV_g		4,77	2,85	15,94

Em que: $\sigma^2_{g:}$ variância genética; σ^2_f: variância fenotípica; h^2: herdabilidade; CV_e: coeficiente de variação ambiental; CV_g: coeficiente de variação genético; ** Significativo a 1% de probabilidade pelo teste de F,

As Figuras 3, 4 e 5 e a Tabela 8 mostram o resultado referente as médias de altura, floração e produtividade, das famílias selecionadas, eliminadas, das testemunhas e da população em geral.

De acordo com a Figura 3, a média da altura das famílias selecionadas foi de 104 cm, enquanto a média das testemunhas foi de 96 cm. Como a população tem apresentado resistência satisfatória ao acamamento, a altura não foi priorizada na seleção e, conseqüentemente, o grupo selecionado foi um pouco mais alto que as testemunhas. Nos próximos ciclos a altura de plantas devera ser considerada, pois a população poderá apresentar tendência ao acamamento. Uma alternativa será buscar a redução no porte das plantas na seleção de famílias nos ensaios posteriores.

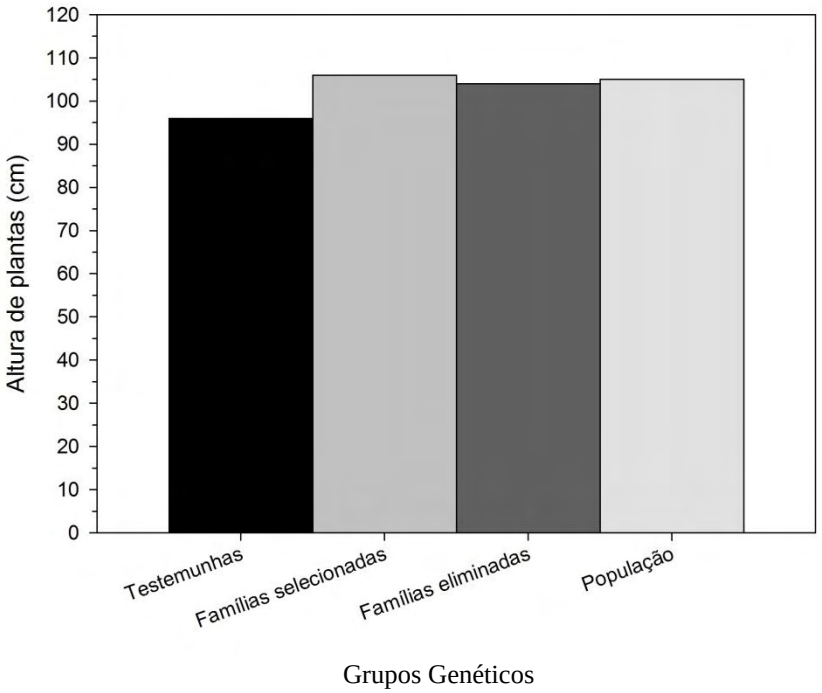
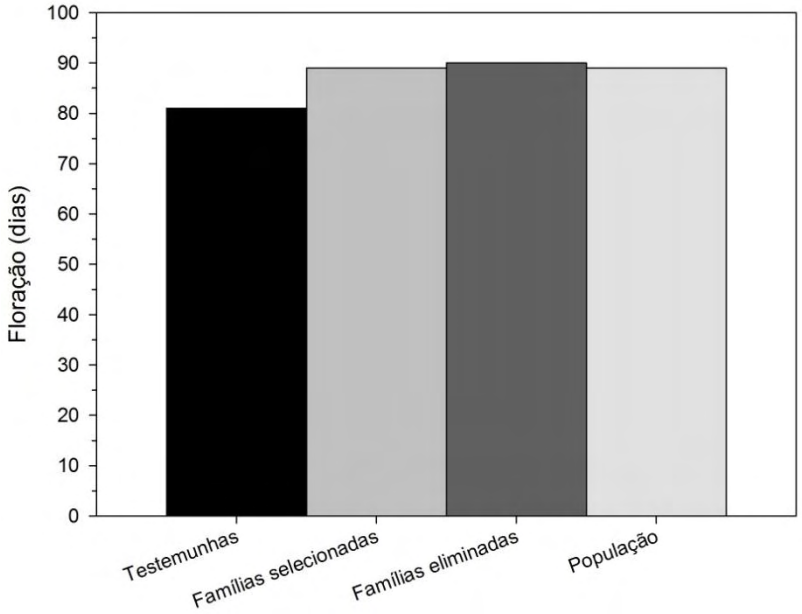


Figura 3. Altura média dos grupos das testemunhas, famílias avaliadas da população CNA9, famílias selecionadas e famílias eliminadas em experimento conduzido em campo na Embrapa Arroz e Feijão, em Santo Antonio do Goiás, 2009.

A diferença entre as médias da floração das testemunhas, da população, das famílias selecionadas e das famílias eliminadas estão representadas na Figura 4. As famílias selecionadas tiveram uma floração ligeiramente maior que o grupo das testemunhas que inclui as cultivares precoces BRS Primavera e BRS Serra Dourada. Nessa população, apesar de visar extração de material elite de ciclo precoce, não foi aplicada pressão no sentido de reduzir o ciclo das plantas, já que a prioridade foi a produtividade e resistência à doenças.



Grupos genéticos

Figura 4. Floração média dos grupos das testemunhas, famílias avaliadas da população CNA9, famílias selecionadas e famílias eliminadas em experimento conduzido em campo na Embrapa Arroz e Feijão, em Santo Antonio do Goiás, 2009.

Observa-se pela Figura 5, que a população representada pelo conjunto das famílias avaliadas é cerca de apenas 1% menos produtiva do que as testemunhas, demonstrando que a população CNA9 realmente caracteriza-se pelo seu bom nível de produtividade de grãos. A média das famílias selecionadas foi de 3699 Kg/ha, ou seja, 21,59% mais produtivas que a média das testemunhas, superando a média do arroz de terras altas no Brasil, principalmente, em áreas de pequenos agricultores que utilizam baixa tecnologia. Resultados semelhantes foram encontrados por Melo et al. (2006) em cultivares e linhagens de arroz de terras altas visando agricultura familiar e Ferreira Júnior et al. (2007) em linhagens em um ensaio de valor de cultivo e uso, que foram de 3324 Kg/ha e 3649 Kg/ha, respectivamente.

A boa produtividade apresentada é um fato importante, já que as famílias selecionadas apresentaram superioridade em relação às testemunhas, demonstrando grande potencial para extração de linhagens que podem ser utilizadas para obtenção de cultivares para agricultura familiar.

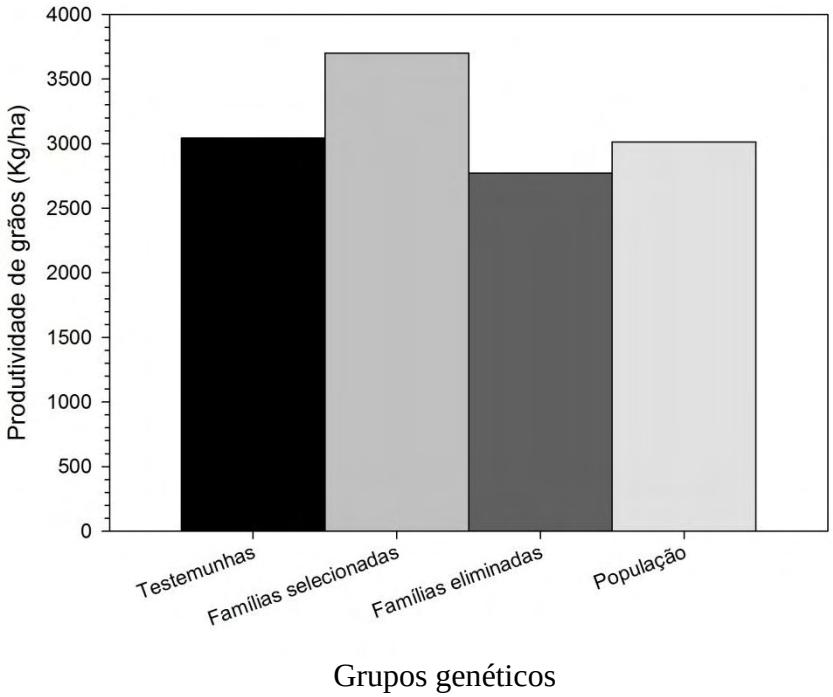


Figura 5. Produtividade média dos grupos das testemunhas, famílias avaliadas da população CNA9, famílias selecionadas e famílias eliminadas em experimento conduzido em campo na Embrapa Arroz e Feijão, em Santo Antonio do Goiás, 2009.

Tabela 8. Média de altura (cm), floração (dias) e produtividade (Kg/ha) das famílias selecionas, eliminadas, das testemunhas e da população CNA9 de arroz de terras altas.

	Altura (cm)	Floração (dias)	Produtividade (Kg/ha)
Famílias selecionadas	104	89	3699
Famílias eliminadas	102	90	2727
Testemunhas	96	81	3042
População avaliada	103	89	3013

No Brasil as principais doenças de arroz de terras altas, segundo Prabhu (1989), em ordem de importância, são a brusone (*Pyricularia grisea* Sacc), a mancha de grãos, a mancha parda (*Bipolaris oryzae*) e a escaldadura (*Magnaphella albescens*). As duas primeiras são aquelas que têm causado maiores prejuízos na cultura do arroz, sendo que a brusone nas folhas e panícula causam reduções na produtividade de arroz de terras altas (Prabhu, 2003). A Tabela 9 mostra as médias das doenças avaliadas na população CNA 9 de arroz de terras altas.

Observa-se que as famílias selecionadas apresentaram baixa incidência de brusone, quando comparadas com as testemunhas. Para incidência de brusone na folha a população mostrou-se mais resistente do que as testemunhas. Resultados semelhantes foram encontrados por Morais et al. (2007) e Ferreira Júnior et al. (2007).

Tabela 9. Média de incidência de brusone na folha e no pescoço, mancha de grãos e mancha estreita para as testemunhas, população, famílias selecionadas e eliminadas em experimento conduzido em campo na Embrapa Arroz e Feijão, em Santo Antonio do Goiás, 2009.

Famílias ou testemunhas	Brusone folha*	Brusone pescoço*	Mancha grãos*	Mancha estreita*
Testemunhas	1,5	6,0	4,0	3,0
População	2,0	5,0	4,0	3,3
Famílias selecionadas	1,4	3,8	4,1	3,3
Famílias eliminadas	2,0	5,0	4,0	3,4

* Avaliação por nota de 1 a 9.

A brusone do pescoço é a enfermidade que mais prejudica a produção de arroz e por isto tem-se procurado aumentar o nível de resistência da população em todas as oportunidades, preferindo sempre indivíduos mais resistentes. As famílias selecionadas obtiveram média de 3,8, bem inferior a média das testemunhas que foi de 6,0. Apesar de serem bem inferiores as testemunhas, ainda é considerado médio, sendo necessário buscar reduzi-lo nos outros ciclos. Morais et al. (2007) encontraram média de 3,7 em uma população de seleção recorrente de arroz de terras altas, e Breseghello et al. (2007) encontraram 4,5 na população CNA10 de seleção recorrente de arroz de terras altas.

As manchas de grãos estão associadas com mais de um patógeno fúngico ou bacteriano e podem ser consideradas como um dos principais problemas da cultura do arroz, além de depreciar a aparência dos grãos, reduz também sua qualidade, causando gessamento e quebra durante o beneficiamento. Em relação à essa doença, as famílias selecionadas se mostraram similares as cultivares testemunhas, com média de 4,1. Esse fato deve ter ocorrido devido à baixa pressão de seleção, já que a prioridade era a de eliminar famílias mais suscetíveis a brusone no pescoço. Resultados similares foram encontrados por Lellis (2006) e Lopes (2002).

A mancha estreita, causada por *Cercospora oryzae* é uma doença que, ataca tardiamente pouco antes da maturação, causando danos reduzidos. As famílias

selecionadas, de acordo com a Tabela 9, obtiveram média de 3,3 e apresentaram-se mais suscetíveis em relação às testemunhas com média de 3,0. Mesmo com média mais elevada que as testemunhas, essa enfermidade apresentou notas baixas em geral, caracterizando-se com um bom nível de resistência às doenças em geral.

Dentre as 196 famílias, foram selecionadas 48 famílias com desempenho superior visando a recombinação no ano seguinte (Tabela 10). Algumas famílias merecem destaque, principalmente por apresentarem características superiores às testemunhas. Das 48 famílias selecionadas, 10 apresentaram produtividade superior a 4000 Kg/ha, sendo que a média dessas famílias foi de 4210,6 Kg/ha, 38% a mais que a produtividade das testemunhas. Vale ressaltar ainda que essas famílias além se ser produtivas, apresentaram notas baixas em relação a brusone na folha.

Em relação a brusone no pescoço, que é uma das principais doenças que causa grandes perdas na lavoura de arroz de terras altas, a média dessas famílias ficou em torno de 3,8. Esse valor ainda é considerado alto, e nos próximos ciclos será necessária maior pressão de seleção em relação a esse caráter.

Outra observação a fazer é em relação a altura das famílias. A média observada foi 106 cm, 10 cm, mais alta em relação às testemunhas. Apesar de serem famílias mais altas, e a meta do programa de melhoramento para agricultura familiar buscar cultivares mais baixas, essas famílias mostraram-se bastante resistentes ao acamamento, que é também uma característica desejável.

Tabela 10. Média de produtividade (Kg/ha), floração (dias), altura (cm), incidência de brusone na folha e no pescoço, mancha de grãos e mancha estreita das famílias selecionadas em experimento conduzido em campo na Embrapa Arroz e Feijão, em Santo Antonio do Goiás, 2009.

Famílias	Produtividade (Kg/ha)	Floração (dias)	Altura (cm)	Bf*	Bp*	Mg*	Me*
5	**4097**	**88**	**115**	**1**	**3**	**4**	**1**
6	3560	85	105	1	3	2	4
11	**4213**	**90**	**107**	**1**	**5**	**3**	**3**
13	3286	91	92	1	1	5	2
21	3310	90	101	1	4	2	3
25	3459	89	110	2	4	5	6
27	3491	87	106	2	4	4	2
29	3481	87	90	1	5	5	3
32	3702	88	118	1	6	7	5
33	**4065**	**85**	**102**	**1**	**2**	**4**	**4**
35	3718	88	112	1	4	5	5
42	3402	88	112	1	3	5	4
45	**4354**	**90**	**100**	**2**	**3**	**5**	**4**
46	3707	86	105	1	2	5	4
51	3627	86	101	1	4	4	3
52	3465	89	103	5	2	3	3
54	3528	90	105	1	3	3	6
71	3951	89	113	1	5	5	3
79	3574	85	108	1	5	4	2
83	3429	90	118	2	5	4	1
84	3383	88	111	1	3	3	5
86	3827	88	100	2	5	5	6
88	3517	91	96	1	3	3	3
92	3363	92	103	1	3	4	2
94	3624	89	95	1	1	3	1
97	3486	87	102	1	5	5	3
98	3341	89	100	1	2	6	1
101	**4166**	**91**	**110**	**1**	**5**	**4**	**6**
107	**4139**	**90**	**97**	**1**	**6**	**4**	**1**
115	3562	91	103	1	2	4	3
120	3354	85	119	2	6	5	3
127	3673	88	110	1	4	4	1
131	3519	90	102	1	4	4	2
132	3338	87	99	2	5	6	4
141	**4266**	**92**	**105**	**1**	**3**	**2**	**2**
153	3673	88	110	3	2	5	2
157	3783	93	98	1	5	3	1
159	**4711**	**88**	**111**	**2**	**3**	**6**	**3**
161	**4054**	**91**	**104**	**1**	**5**	**4**	**3**
169	3911	88	105	2	5	4	4
170	3695	87	96	1	4	4	1
178	3346	86	100	2	6	3	4

Tabela 10.
continuação....

Famílias	Produtividade (Kg/ha)	Floração (dias)	Altura (cm)	Bf*	Bp*	Mg*	Me*
187	**4041**	**88**	**106**	**1**	**3**	**4**	**7**
189	3524	88	99	1	3	3	1
192	3935	88	112	3	4	2	5
194	3390	82	100	2	6	3	4
195	3506	92	100	2	5	5	7
196	3583	89	100	1	3	3	1

5 CONCLUSÕES

1. As famílias apresentaram comportamento semelhante na presença ou ausência do inoculante para todos os caracteres avaliados;
2. Houve resposta diferenciada das famílias para os caracteres altura de plantas, teor de matéria seca e volume de raiz, para as combinações de nitrogênio e fósforo;
3. Foi possível selecionar 48 famílias com bom desempenho no campo visando a recombinação e obtenção do próximo ciclo.
4. As famílias selecionadas da população CNA9 apresentaram características superiores às testemunhas e à população original, principalmente em relação a produtividade e a brusone no pescoço.

6 REFERÊNCIAS

AMARO, G. B.; ABREU, A. F. B.; RAMALHO, M. A. P. Progresso genético para mancha angular no feijoeiro após cinco ciclos de seleção recorrente fenotípica. In: CONGRESSO NACIONAL DE PESQUISA DE FEIJÃO, 8., 2005. Goiânia. **Anais eletrônicos**...Santo Antonio do Goiás: Embrapa Arroz e Feijão, 2005. Disponível em: <HTTP// www.cnpaf.embrapa.br/conafe/index.htm>

BALDANI, V. L. D.; BALDANI, J. I.; DÖBEREINER, J. Inoculation of rice plants with the endophytic diazotrophs *Herbaspirillum seropedicae* and *Burkholderia* spp. **Biology and Fertility of Soils**, Springer, v. 30, p. 485 – 491, 2000.

BLEICHER, J.; BALMER, E. Efeito da seleção recorrente fenotípica sobre a resistência sobre a *Exserohilum turcicum* (Pass**)** Leonards & Suggs em milho. **Pesquisa Agropecuária Brasileira,** Brasília, v. 28, n. 11, p. 1291-1295, 1993.

BRASIL. Ministério da Agricultura e do Abastecimento. Secretaria de Desenvolvimento Rural. **Legislação brasileira sobre proteção de cultivares**. Brasília, DF, 1998. 115 p.

BRESEGHELLO, F.; CASTRO, E. da M. de; MORAIS, O. P. de. Progresso genético pelo melhoramento de arroz de terras altas da Embrapa para os Estados de Goiás, Minas Gerais, Maranhão, Piauí e Mato Grosso. Santo Antônio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão, 2006, 24 p. (Embrapa Arroz e Feijão. **Boletim de pesquisa e desenvolvimento**, 20).

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

CASTRO, E. M.; BRESEGHELLO, F.; RANGEL. P. H.; MORAIS, O. P. de. Melhoramento genético. In: BORÉM. A. **Melhoramento de espécies cultivadas.** Universidade Federal de Viçosa: Viçosa, 2005. p.102-140.

CARGNIN, A. Seleção recorrente no melhoramento de plantas autógamas. Planaltina: Embrapa Cerrados, 2007, 22p. (Embrapa Cerrados. **Documentos** 184).

CHAPMAN, S. C.; BARRETO, H. J.; Using a chlorophyll meter to estimate specific leaf nitrogen of tropical maize during vegetative growth. **Agronomy Journal**, Madison, v. 89, p. 557-562, 1997.

CLARK, R. B.; DUNCAN, R. R. Improvement of plant mineral nutrition through breeding. **Field Crops Research**, Amsterdam, v. 27, p. 219-240, 1991.

CRUSCIOL, C. A. C. Doses de fósforo e crescimento radicular de cultivares de arroz de terras altas. **Bragantia,** Campinas, v. 64, n. 4, p. 1-9, 2005.

CUTRIM, V. dos A**. Eficiência da seleção visual na produtividade de grãos de arroz (*Oryza sativa* L.) irrigado.** 1994. 92p. Tese (Doutorado em Genética e Melhoramento de Plantas) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, Lavras, 1994.

DIDONET, A. D.; MARTIN DIDONET, C. C. G.; GOMES, G. F. Avaliação de Linhagens de Arroz de Terras Altas Inoculadas com *Azospirillum lipoferum* Sp59b e *A. brasilense* Sp245. Santo Antônio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão, 2003. 4 p. (Embrapa Arroz e Feijão **Comunicado técnico**, 69).

EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Arroz e Feijão (Goiânia, GO). **Manual de métodos de pesquisa em arroz**. Goiânia, 1977. 106p.

EMBRAPA. Departamento Técnico Científico. **Programa nacional de pesquisa de arroz.** Brasília, DF, 1981. 69p.

FAGERIA, N. K. Nutrient use efficiency in crop production. In: **Maximizing crop yields**. New York, v. 14, n. 3, p. 125-163, 1992.

FAGUNDES, P. R. R. **Implicações da seleção recorrente para caracteres adaptativos de uma população de arroz irrigado.** 2004. 91 f. Tese (Doutorado em Fitotecnia)- Faculdade de Agronomia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2004.

FALCONER, D. S. **Introduccion a la genetica cuantita-tiva**. Chapingo: Es Nacional de Agricultura, 1978. 430p.

FAO. **Agriculture production: rice production.** Rome 2010. disponível em http://www.fao.org/ acessado em: 15 de julho de 2010.

FEHR, W. R. Recurrent selection. In: FEHR, W. R (Ed.). **Principles of cultivar development.** New York: Macmillan, 1987. v. 1, p. 172-198.

FERREIRA, D. F. Análises estatísticas por meio do Sisvar para Windows versão 4.0. p. 225-258. In: Reunião Anual da Região Brasileira da Sociedade Internacional de Biometria, 45. UFSCar, São Carlos. **Programa e Resumos,** 2000.

FERREIRA. C. M.; RUCATTI, E. G.; VILLAR, P. M. D. Produção e aspectos econômicos. In: SANTOS, A. B.; STONE, L. F.; VIEIRA, N. R. A. **A cultura do arroz no Brasil.** Santo Antonio do Goiás: Embrapa Arroz e Feijão, 2006. cap 4, p.97-116.

FERREIRA, J. S.; SABINO, D. C. C.; GUIMARÃES, S. L.; BALDANI, J. I.; BALDANI, V. L. D. Seleção do veículo para o preparo de inoculante com bactérias diazotróficas para arroz inundado. **Agronomia**, Itaguaí , v. 37, n. 2, p. 6-12, 2003.

FERREIRA JÙNIOR, A. J.; PONTES JÚNIOR, V. de A.; SILVA. A. C. L.; SANTOS. I. A. dos; SILVA. M. G. S.; MELO, P. G. S.; MORAIS, O. P. de; DINIZ, J. A. Seleção de arroz de terras altas para agricultura familiar do estado de Goiás em 2005/2006. In: IV

Congresso Brasileiro de Melhoramento de Plantas, 2007. São Lourenço. **Anais**...São Lourenço: Sociedade Brasileira de Melhoramento de Plantas, 2007. CD-ROM.

FRANCO, A. A.; DÖBEREINER, J. A biologia do solo e a sustentabilidade dos solos tropicais. **Summa Phytopathológica**, São Paulo, v. 20, n. 1, p. 68-74, 1994.

GIL, S. P.; MANERA, G.; DUBLIS, M. E.; MAICH, R. H. Spike chances associated to six cycles off recurrent selection in bread wheat (Triticum aestivum L.). **Agriscientia,** Corboda, v. 10, n. 4, p. 95-98, 2003.

GUIMARÃES, C. M.; MOREIRA, J. A. A. Compactação do solo na cultura do arroz de terras altas. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 36, n. 4, p. 703-707, 2001.

GUIMARÃES, C. M.; STONE, L. F. Adubação nitrogenada de arroz de terras altas no sistema de plantio direto. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 7, n. 2, p. 210-214, 2003.

GUIMARÃES FILHO, C.; TONNEAU, J. P. Teste de ajuste – Proposta metodológica para validação de tecnologias com agricultor no semi-árido. In: FILHO, C. G.; ANDREOTTI, C.M. **Metodologias de experimentação com agricultores**. Brasília: Embrapa Comunicação para Transferência de Tecnologia, 2000. p. 9-31.

GUIMARÃES, C. M.; SANTOS, A. B. dos; JUNIOR, A. M. M.; STONE, L. F. Sistemas de cultivo. In: SANTOS, A. B.; STONE, L. F.; VIEIRA, N. R. A. **A cultura do arroz no Brasil.** Santo Antonio do Goiás: Embrapa Arroz e Feijão, 2006, cap. 3, p. 59-109.

HALLAUER, A.R.; MIRANDA FILHO, J.B. **Quantitative genetics in mayze breeding.** 2. Ed. Ames: Iowa State University Press, 1982. 468p.

IBGE. **Levantamento sistemático da produção**. Disponível em: <http://www.sidra.ibge.gov.br/acesso em 20/06/2008.

JAMES, E. K**.** Nitrogen fixation in endophytic and associative symbiosis**. Field Crops Research,** Amsterdam, v. 36, n. 5, p. 197-209, 2000.

KENNEDY, I. R.; CHOUDHURY, A. T. M. A.; MIHA'LY, L. K. Non-symbiotic bacterial diazotrophsin crop-farming systems: can their potential for plant growth promotion be better exploited. **Soil Biology & Biochemistry**, Elmsford, v. 36, n. 7, p. 1229-1244, 2004.

KUSS, V. A.; KUSS, V. V.; HOLTZ, E. K.; LOVATO, T. Inoculação de bactérias diazoróficas e desenvolvimento de plântulas de arroz irrigado em solo e câmara de crescimento. **Revista da Faculdade de Zootecnia, Veterinária e Agronomia**. Uruguaiana, v. 15, n. 1, p. 90-102, 2008.

LOPES, S. I. G.; **Avaliação dos parâmetros genéticos da população de arroz irrigado CNA 11 e da divergência genética entre os genitores**. 2002. 112p. Tese. (Doutorado em Genética e Melhoramento de Plantas)-Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2002.

LELLIS, N. R.; COLLICHIO, E.; ANDRE, C. M. G.; CARDOSO, E. A.; RIBEIRO, R. M. Seleção de famílias F5 da população CNAx5997 de arroz de terras altas no estado do Tocantins. **Revista Ciência Agroambiental**, Palmas, v. 1, n. 1, p. 45-56, 2006.

MAICH, R. H.; GAIDO, Z. A.; MANERA, G. A.; DUBOIS, M. E. Two cycles of recurrentselection for grain yield in bread wheat. Direct effect correlated responses. **Agriscientia,** Corboda, v. 17, n. 7, p.35-39, 2000.

MELO, P. G. S.; FERREIRA JUNIOR, A. J.; OLIVEIRA, T. C. A.; SCHEGOSCHESKI, R. T.; MORAIS, O. P.; DINIZ, J. A. Seleção de cultivares de arroz de terras altas visando agricultura familiar em Goiás. In: II Congresso Brasileiro da Cadeia Produtiva de arroz - VII Reunião Nacional de Pesquisa de Arroz, 2006, Brasília. **Anais...**Brasília: Embrapa, 2006

MORAIS, O. P. **Análise multivariada da divergência genética dos progenitores, índices de seleção combinada numa população de arroz oriunda de intercruzamento, usando macho-esterilidade.** 1992. 251 f. Tese **(**Doutorado em Genética e Melhoramento de Plantas) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 1992.

MORAIS, O.P.; CASTRO, E. da M.; SANT'ANA, E.P. Selección recurrente en arroz de secano en Brasil. In: GUIMARÃES, E.P. (Ed.). **Selección recurrente en arroz**. Cali: CIAT, p. 9-115, 1997.

MORAIS, O. P. dos.; RANGEL, P. H. N.; FAGUNDES, P. R. R.; CASTRO, E. M.; NEVES, P. C. F.; CUTRIM, V. A.; PRABHU, A. S.; BRONDANI, C.; JUNIOR, A. M. M.; Melhoramento genético. In: SANTOS, A. B.; STONE, L. F.; VIEIRA, N. R. A. **A cultura do arroz no Brasil.** Santo Antonio do Goiás: Embrapa Arroz e Feijão, 2006. cap 9, p.321 – 397.

MORAIS, O.P.; SILVA, J.C.; CRUZ, C.D.; REGAZZI, A.J; NEVES, P.C.F. Divergência genética entre os genitores da população de arroz irrigado CNA-IRAT 4. **Pesquisa Agropecuária Brasileira,** Brasília, v. 33, n. 8, p. 1339-1348, 1998.

MORAIS, O. P. de; UTUMI, M. M.; LOPES, A. M. de; MELO, P. G. S. CASTRO, E. M. da.Cruzamento entre cultivares de arroz adaptadas à agricultura familiar**.** In: IV Congresso Brasileiro de Melhoramento de Plantas, 2007. São Lourenço. **Anais.**..São Lourenço: Sociedade Brasileira de Melhoramento de Plantas, 2007. CD-ROM.

MORAIS, O. P. de; GUEDES, J. M.; BRESEGHELLO, F.; CASTRO, E. M.; SOARES, A. A.; PEREIRA, J. A.; CRISPIM, B. C. F. Performance da população CG3 de arroz de terras altas em seu terceiro ciclo de seleção recorrente. In: IV Congresso Brasileiro de Melhoramento de Plantas, 2007. São Lourenço. **Anais.**..São Lourenço: Sociedade Brasileira de Melhoramento de Plantas, 2007. CD-ROM.

MORAIS, O. P. de.; BRESEGHELLO, F.; CASTRO, E. M.; SOARES, A. A.; PEREIRA, J. A.; UTUMI, M. M.; PRABHU, A. S.; BASINELLO, P. Z. Progressos em dois ciclos de seleção recorrente na população CG3 de arroz de terras altas. Santo Antônio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão, 2008. 28 p. (Embrapa Arroz e Feijão. **Boletim de pesquisa e desenvolvimento**, 31).

MORAIS, O. P.; BRESEGHELLO, F.; CRISPIM, B. C. F.; UTUMI, M. M.; LOPES, A. M.; GUEDES, J. M.; CASTRO, E. M. Desempenho da população CNA10 no terceiro ciclo de seleção. In: IV Congresso Brasileiro de Melhoramento de Plantas, 2007. São Lourenço. **Anais.**..São Lourenço: Sociedade Brasileira de Melhoramento de Plantas, 2007. CD-ROM.

MORAIS, O.P. de; RANGEL, P.H.N.; FAGUNDES, P.R.R.; CASTRO, E. da M. de; NEVES, P. de C.F.; BRONDANI, C.; PRABHU, A.S.; MAGALHÃES JÚNIOR, A.M. de. Avanços do melhoramento genético do arroz no Brasil. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE MELHORAMENTO DE PLANTAS, 3., 2005. **Anais....** Passo Fundo: Embrapa Trigo/ Sociedade Brasileira de Melhoramento de Plantas, 2005. CD-ROM

MOYA, E. S.; MIR, H. E. V.; GALAN, J. D. M.; RANGEL, E. E.; SANTANA, T. C.; GARZA, A. M. Seleccion masal visual recurrente para rendimiento de grano em una población androestéril de trigo harinero. **Agrosciencia.** Texoco, v. 36. n. 8, p. 191-200, 2002.

MSTAT. **Microcomputer statistical program.** Department of Agricultural Economics. Department of Crop and Soil Science. Version 2.1, Michigan State University, Michigan, 1983.

PEREIRA, J. A. **Cultura do arroz no Brasil: subsídio para a sua história.** Teresina: Embrapa Meio Norte, 2002. 226 p.

PRABHU, A. S.; FARIA, J. C.; ZIMMERMANN, F. J. P. Comparative yield loss estimates due to blast in some upland rice cultivars. **Fitopatologia Brasileira**, Brasília. v. 14, n. 3, p. 227-232, 1989.

PRABHU, A. S.; FILIPPI, M. C.; ZIMMERMANN, F. J. P. Cultivar response to fungicide application in relation to rice blast control, productivity and sustainability. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 38, n. 1, p. 11-17, 2003.

RAMALHO, M. A. P.; ABREU, A. F. B.SANTOS, J. B. Genetics progress after cycles recurrent selection for yield and grain traits in common bean. **Euphytica** , Wageningen, v. 144, p. 23-29, 2005

RANGEL, P. H. N.; MORAIS. O. P.; ZIMMERMANN, F. J. P. Grain yield in three recurrent selection cycles in the CAN-IRAT 4 irrigated rice population. **Crop Breeding and Applied Biotechnology.** Londrina. v. 2 p. 369-374, 2002.

RANGEL, P. N. N.; NEVES, P. C. F. Selección recurrente aplicada ao arroz de Riego em Brasil. In: Guimarães, E. P.(Ed). **Seleccion recurrente em arroz**. Cali: CIAT, 1997. p. 79-97.

RAPOSO, F. V.; RAMALHO, M. A. P.; ABREU, A. F. B. Comparação de métodos de condução de população segregantes na cultura do feijoeiro. **Pesquisa Agropecuária Brasileira,** Brasília, v. 35, n. 10, p. 1991-1997, 2000.

REIS, V. M. Ecofisiologia de bactérias diazotróficas e contribuição da fixação biológica de nitrogênio em gramíneas e palmeiras. Seropédica: **Embrapa Agrobiologia**, 2009. Disponível em: http://www.cnpab.embrapa.br/pesquisas/projetos/012000031.html. Acesso em: 10 dez. 2009.

RODRIGUEZ, R. E. S. Estimativa de parâmetros genéticos e de respostas à seleção na população de arroz irrigado CNA1. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 33, n. 5, p. 685-691, 1988.

SANTOS, C. E. R. S. et al. Fixação simbiótica do N2 em leguminosas tropicais. In: FIGUEIREDO, M. V.B. et al. **Microrganismos e Agrobiodiversidade: o novo desafio para a agricultura.** Guaíba: Agrolivros, 2008. p. 421-502.

SANTOS, P. G.; SOARES, A. A.; RAMALHO, M. A. P. Predição do potencial genético de populações segregantes de arroz de terras altas. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasílias, v. 36, n. 4, p. 659-670, 2001.

SANTOS, P. G.; SOARES, P.C.; SOARES, A.A.; MORAIS, O.P. de; CORNÉLIO, V.M. de O. Estimativas do progresso genético do programa de arroz irrigado em Minas Gerais no período de 1974 a 1996. In: REUNIÃO DA CULTURA DO ARROZ IRRIGADO, 22., 1997, Balneário Camboriú. **Anais**. Itajaí: Epagri, 1997. p.27-30.

SILVA, F. B.; RAMALHO, M. A.P.;ABREU, A. F. B. Seleção recorrente fenotípica para florescimento precoce de feijoeiro 'Carioca'. **Pesquisa Agropecuária Brasileira,** Brasília, v. 42, n. 10, p. 1437-1442, 2007.

SOARES, A. A. **Cultura do arroz.** Lavras: UFLA/FAEPE, 2005. 130 p.

STONE, L. F.; SILEIRA, P. M.; MOREIRA, J. A. A Irrigação In: SANTOS, A. B.; STONE, L. F.; VIEIRA, N. R. A. **A cultura do arroz no Brasil.** Santo Antonio do Goiás: Embrapa Arroz e Feijão, 2006. cap3, p.59-109.

TALLEBOI, J. E.; GUIMARÃES, E. P. Seleção recorrente em arroz usando macho-esterilidade. In: Renião nacional de pesquisa de arroz, 3. Goiânia, 1987. **Resumos.** Goiânia: Embrapa-CNPAF, 1987. p.83.

TAYLOR, D.; ARKIN, G.F. Root zone modification fundamentals and alternatives. In: Modifying the root environment to reduce crop stress. St. Joseph: **ASAE**, 1981. p.3-16.

VENKOVSKY, R.; BARRIGA, P. **Genética biométrica no melhoramento.** Ribeirão Preto: Sociedade Brasileira de Genética, 1992. 496p.

VERMA, S. C.; Genetics of harvest index and grain characters eliminating and allowing the inedequacyof testers using selfing generation of triple test cross in rice. **Annals of Biology Ludhiana**, v. 10, n. 2, p. 216-222, 1994. Resumo disponível em CAB Abstract on CD-ROM, 1996-98.

WANDER, A.E.; DIDONET, A.D.; MOREIRA, J.A.A.; MOREIRA, F.P.; LANNA, A.C.; BARRIGOSSI, J.A.F.; QUINTELA, E.D.; RICARDO, T.R. Economic Viability of Small

Scale Organic Production of Rice, Common Bean and Maize in Goias State, Brazil. **Journal of Agriculture and Rural Development in the Tropics and Subtropics,** Witzenhausen, v. 108, n.1, 2007, p.51-58.