

VAUBAM ANTÔNIO CARVALHO DA SILVA

**AVALIAÇÃO DE GENÓTIPOS DE ARROZ DE TERRAS ALTAS NA ZONA
DA MATA DE PERNAMBUCO**

**RECIFE-PE
2007**

VAUBAM ANTÔNIO CARVALHO DA SILVA

**AVALIAÇÃO DE GENÓTIPOS DE ARROZ DE TERRAS ALTAS NA ZONA
DA MATA DE PERNAMBUCO**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Agronomia, Área de Concentração em Melhoramento Genético de Plantas, da Universidade Federal Rural de Pernambuco, como parte dos requisitos para obtenção do grau de Mestre em Agronomia, Área de Concentração: Melhoramento Genético de Plantas.

COMITÊ DE ORIENTAÇÃO:

Professor Dr. Edson Ferreira da Silva – Orientador – *Universidade Federal Rural de Pernambuco*

Pesquisador Dr. José Nildo Tabosa – Co-orientador – *Empresa Pernambucana de Agropecuária*

RECIFE - PE

2007

**AVALIAÇÃO DE GENÓTIPOS DE ARROZ DE TERRAS ALTAS NA ZONA
DA MATA DE PERMABUCO**

VAUBAM ANTÔNIO CARVALHO DA SILVA

Dissertação defendida e aprovada pela Banca Examinadora:

ORIENTADOR:

Prof. Dr. Edson Ferreira da Silva – UFRPE

EXAMINADORES:

Prof. Dr. Clodoaldo José da Anunciação Filho – UFRPE

Dr. José Nildo Tabosa - IPA

Prof. Dr. Péricles de Albuquerque de Melo Filho - UFRPE

**RECIFE – PE
2007**

DEDICO

A minha mãe Lucinéia Carvalho da Silva (In Memória) e a meu pai Manoel Antônio da Silva, pela minha formação moral que se consolida no profissional que sou;

Minha esposa Joelma Enedino Carvalho da Silva, pelo apoio e dedicação a todos os momentos compartilhados nos últimos vinte anos;

Minha filha Elys Karine Carvalho da Silva, por compreender de forma muito inteligente os momentos vividos no dia-a-dia, na relação pai e filha;

Irmãos Vilmar Carvalho e Manoel Júnior e irmãs Vânia Carvalho, Vilma Carvalho, Vera Carvalho e Virginia Carvalho, em especial a Vilmar Carvalho e Virginia Carvalho, pelo companheirismo e apoio na labuta diária.

OFEREÇO

A todos que de forma direta ou indireta contribuíram para consecução e conclusão deste mestrado.

Capítulo I

Introdução geral

1. Introdução geral

1.1 Importância do arroz

O arroz é uma das culturas agrícolas mais importantes por ser fonte de alimento primário para mais da metade da população mundial. Este cereal é cultivado anualmente em cerca de 148 milhões de hectares em todo o mundo (MURALIDHARAN et al., 2002), sendo que, a maior parte da produção ocorre no continente asiático, cujo sistema básico de cultivo é o irrigado (GUIMARÃES e SANT'ANA, 1999). Este continente também é responsável por 88,95% do consumo mundial, seguido da América, África, Europa e Oceania, com 4,94, 4,91, 1,03, 0,16%, respectivamente (WANDER, 2006a).

Entre os países com maior produção, destaca-se China, com 185.454.000 t em 2005 seguida pela Índia, com 129.000.000 t e Indonésia com 53.984.592 t (WANDER, 2006a). Conforme o mesmo autor, o Brasil é o nono produtor mundial e o primeiro fora do continente asiático. Sendo que em 2005, o país produziu 13.191.885 t em 3.999.315 de hectares (IBGE, 2006) e foi consumido em torno de 11,7 milhões de toneladas/ano, com o consumo *per capita* médio de 70 Kg/habitante/ano (NUNES et al., 2003).

Segundo Wander (2006b) nos últimos anos o Brasil tem conseguido aumentar a sua produção de arroz de maneira a atingir a auto-suficiência em 2003/2004. A conquista auto-suficiência está relacionada ao aumento significativo da produção nacional em relação a safras anteriores e de significativa redução no consumo *per capita* nas principais regiões metropolitanas do país. Porém, o país segue importando quantidades significativas de arroz. Em 2005, foram importadas 260.154 mil toneladas do Uruguai e 228.803 mil toneladas Argentina, totalizando 532.503 mil toneladas. Este fato é apontado pelas organizações de defesa dos interesses dos produtores nacionais como aspecto prejudicial ao agronegócio nacional. Para Wander (2006b), na mesma safra de 2003/2004, o país exportou 272 mil toneladas, sendo os principais países importadores Senegal, Suíça, Benin e Gâmbia, com 181.222, 30.000, 20.000 e 19.444 mil toneladas, respectivamente.

Entre as regiões brasileiras, a região Sul destaca-se como a principal produtora de arroz, com 7.295.967 t em 1.274.690 ha, seguida da região Centro Oeste, com produção de 2.862.820 t em 1.096.849 ha e da região Norte que produziu 1.481.870 t em 659.460 ha. A região Nordeste apresenta-se como a quarta em produção, com 1.188.197 t em 817.785 ha (IBGE, 2006).

No Nordeste, em 2005 o Estado do Maranhão destacou-se na produção deste cereal, com 673.291 t em 534.544 ha, seguido do Estado do Piauí que produziu 228.192 t em 180.105 ha (IBGE, 2006). Segundo Pereira e Rangel (2001), nestes dois Estados cerca de 90% da área cultivada se dá no ecossistema de terras altas. Em Pernambuco, cujo sistema de cultivo predominante é o irrigado a produção em 2005, foi de 47.082 t em 9.203 ha, com níveis de produtividade em torno de 5.100 Kg/ha; destacando-se como maiores produtores os municípios de Cabrobó, com 30.000 t, seguido por Belém de São Francisco, Santa Maria da Boa Vista e Orocó, que produziram 7.417, 3.480 e 2.400 t, respectivamente (IBGE, 2006).

A produtividade média brasileira é considerada baixa, ocupando a quadragésima sexta posição mundial (STONE et al., 2006). Em 2005, a produtividade média nacional no cultivo de arroz foi de 3.865 Kg/ha (CONAB, 2007).

1.2 Caracterização taxonômica do arroz

O arroz é um vegetal da família *Poaceae* (*Gramineae*), subfamília *Oryzoideae*, tribo *Oryzea*, gênero *Oryza* (WATANABE, 1997). Este vegetal apresenta flores agrupadas em inflorescência composta, denominada panícula, situada no ápice do colmo. A panícula é constituída pela haste central e várias ramificações laterais, as quais estão ligadas às espiguetas por meio dos pedicelos e o fruto é do tipo cariopse (CÔRREA, 1926).

O gênero *Oryza* apresenta 23 espécies, dentre essas apenas duas são cultivadas, *O. sativa* L em todo o mundo e *O. glaberrima* Steud, apenas no Oeste da Ásia e da África (KHUSH, 1997).

A espécie *O. sativa* L é uma planta autógama e segundo Silva et al. (2005) pode apresentar taxa de cruzamento natural de até 3%, dependendo do genótipo e do ambiente.

1.3 Origem, evolução e domesticação da espécie *Oryza sativa* L.

Roschevicz (1931), afirma que o gênero *Oryza* originou-se no continente Africano. Contudo, segundo revisão feita por Chang (1976), as espécies desse gênero são originárias do supercontinente “Gondwana”. Este, após sua fragmentação e posterior formação dos continentes atuais, foi o grande responsável pela distribuição das espécies do gênero *Oryza* por habitats geográficos distintos.

De acordo com Khush (1997), *O. sativa* evoluiu a partir de *O. rufipogon* no sul e sudeste da Ásia e *O. glaberrima* originou-se de *O. longistaminata* no Oeste da África.

O centro de domesticação da espécie *O. sativa* corresponde ao Nordeste da Índia, Norte de Bangladesh e triângulo formado pela Birmânia, Tailândia, Laos, Mianmar e sul da China (CHANG, 1976). Quanto à época em que se deu à domesticação da espécie *O. sativa*, os sinais arqueológicos mais antigos contendo indícios de utilização de arroz datam de 4.500 a 5.500 a.C. e foram encontrados em sítios arqueológicos da Índia, Tailândia e China (MORISHIMA, 1986).

Acredita-se que o arroz tenha se propagado do sudeste asiático para a China por volta de 3.000 a.C., de onde foi levado para a Coreia e posteriormente, para o Japão. Nas Filipinas, o arroz é cultivado desde 2.000 a.C., provavelmente vindo da China. A partir da Índia, a cultura foi levada para as ilhas do Oceano Índico, principalmente Indonésia e Sri Lanka (CASTRO et al., 1999).

Tascón e Garcia (1985) afirmam que foram os comerciantes árabes os primeiros a trazer o arroz do leste da Ásia para o Oriente Médio, levando-o também para o Egito e outras partes da África. Segundo os mesmos autores, a introdução desta planta na cultura oriental só ocorreu com a invasão da Índia por Alexandre Magno, por volta de 320 a.C.

Nas Américas, o cultivo do arroz teve início em data pós-colombiana e foi trazido por colonizadores espanhóis, portugueses e holandeses (CASTRO et al., 1999). No Brasil, a introdução foi feita pelos portugueses no século XVI, nas regiões costeiras da Bahia e no século seguinte no Maranhão, de onde se espalhou com sucesso por todo o país permitindo que, nos séculos XVIII e XIX, o Brasil obtivesse êxitos na exportação de arroz (PEREIRA, 2002).

1.4 Sistemas de cultivo

O arroz é uma planta hidrófila, cujo processo evolutivo tem levado sua adaptação às mais variadas condições ambientais. De uma maneira mais abrangente, são considerados dois grandes ecossistemas para a cultura, o de várzeas e o de terras altas. No ecossistema de várzea, o cultivo pode ser feito tanto em várzea sistematizada, com controle da lâmina de água, como em várzea úmida não sistematizada, inundadas pela água da chuva ou pela elevação do lençol freático (GUIMARÃES e SANT'ANA, 1999).

No ecossistema de terras altas o cultivo é realizado por sistema sem irrigação, onde as chuvas e as enchentes dos rios são as únicas fontes de água disponíveis para o desenvolvimento das plantas, podendo também ter irrigação suplementar por aspersão sempre que necessário, eliminando os riscos decorrentes da falta ou da pouca distribuição das chuvas (RANGEL, 1995). Para Guimarães e Sant'Ana (1999) a utilização da irrigação suplementar proporciona maior estabilidade na produção e segurança para aplicação de investimentos e insumos.

No ecossistema de terras altas, até 1999, eram poucas as cultivares disponíveis que apresentava qualidade e tipo de grãos para alcançar os preços de mercado obtidos com o produto das cultivares plantada sob o sistema irrigado (SILVA, 1999). Segundo o mesmo autor, estes fatores, aliados ao risco de perda inerente aos períodos de veranicos na fase crítica de desenvolvimento da cultura (etapa de emborrachamento), têm desestimulado o plantio e os investimentos no sistema de cultivo de terras altas.

O Brasil é o maior produtor mundial no ecossistema de arroz de terras altas (YOKOYAMA et al., 1999) e a quase totalidade do arroz produzido neste ecossistema é cultivada na Região do Cerrado brasileiro (CRUSCIOL et al., 2005). Segundo Villar e Ferreira (2005) no período de 1996 a 2000, o sistema de terras altas respondeu por 65,5% da área de cultivo e 39% da produção e o sistema de cultivo de arroz irrigado representou 34,5% da área plantada e 61% da produção de arroz no país.

1.5 Fatores climáticos

A temperatura, a luminosidade e o índice pluviométrico são os componentes climáticos mais importantes para o cultivo do arroz. Em relação aos dois primeiros, de um modo geral, o Nordeste brasileiro apresenta excepcionais condições para o cultivo deste cereal, pois a temperatura média mensal mais baixa ocorre em julho (sempre superior a 21°C) e o fotoperíodo é de aproximadamente 12h durante todo ano. Segundo Steinmetz & Meireles (1999), a temperatura ideal para o cultivo do arroz situa-se entre 20 e 35°C e o fotoperíodo ótimo variam entre nove e dez horas para a maioria dos cultivares, porém, as exigências mudam durante o ciclo da cultura. Alterações maiores no comprimento do dia afetam o ciclo das cultivares, os dias de fotoperíodo mais curtos retardam o ciclo e dias mais longos tornam o ciclo mais precoce. Considerando os fatores acima mencionados, seria possível cultivar arroz em qualquer período do ano na região Nordeste.

A principal limitação para o cultivo do arroz de terras altas em Pernambuco refere-se ao baixo índice pluviométrico, principalmente no Sertão, pois em algumas áreas, além da mal distribuição das chuvas, esse índice não ultrapassa 400 mm. Neste contexto, a produção só é possível nas margens do Rio São Francisco, nos municípios de Cabrobó e Belém de São Francisco, entre outros. No entanto, a Zona da Mata, entre os meses de abril e agosto, apresenta índices pluviométricos médios e compatíveis com o cultivo e produção de arroz de terras altas (Tabela 1).

Para sanear tais problemas, faz-se necessário a avaliação de genótipos a partir de experimentos de competição de cultivares, para selecionar variedades que atendam às condições específicas de cultivo.

1.6 Interação genótipo x ambiente

O entendimento da interação genótipo x ambiente constitui um dos maiores desafios dos programas de melhoramento de qualquer espécie, na fase de seleção ou de recomendação das variedades (CRUZ et al., 2004). Segundo Chaves (2001), a interação é o efeito diferencial do ambiente sobre os genótipos e não deve ser tratada apenas como um efeito estatístico, mas como consequência direta da variabilidade genética existente devido ao efeito diferencial da seleção sobre os genótipos.

A avaliação da interação genótipo x ambiente é de suma importância no melhoramento de plantas, pois no caso de sua existência, há possibilidade do melhor genótipo em um determinado ambiente não o ser em outro (CRUZ et al., 2004). Para Vencovsky e Barriga (1992), uma das maneiras de avaliar a influência da interação na variância do caráter é a análise conjunta dos grupos de experimentos, por meio das variâncias dos efeitos de genótipos x locais, dependendo do objetivo específico do programa de melhoramento.

Farias Neto et al. (2003) relatam que a utilização de cultivares adaptadas às diferentes condições de clima, solo e sistema de produção, constitui fator essencial para obter incremento na produtividade de qualquer cultura, assim torna-se importante a identificação da melhor combinação genótipo x ambiente.

Moura Neto et al. (2002) ao comparar o desempenho de cultivares de arroz de terras altas sob os sistemas de plantio direto e convencional, constataram efeitos altamente significativos para a variável produtividade entre anos x cultivares e anos x sistemas.

Entretanto, verificaram efeitos não significativos entre as cultivares x sistemas e entre anos x cultivares. Estes mesmo autores relataram interação significativa para a variável altura da planta entre os anos x sistemas e concluíram que nem todas as cultivares testadas tiveram o mesmo comportamento nos dois anos agrícolas.

1.7 Parâmetros genéticos

Segundo Falconer (1987), as questões básicas da genética são formuladas em termos de variância. Os componentes envolvidos nesta variância e sua magnitude determinam as propriedades genéticas da população e o grau de semelhança entre parentes, portanto o conjunto de diferenças fenotípicas entre os indivíduos de uma população provém do total das diferenças genéticas e das influências ambientais (PINTO, 1995).

A variância genética é dividida em aditiva, na qual todos os alelos de efeitos aditivos (quantitativos) contribuem para a variância; de dominância (interação entre os alelos de um mesmo gene); epistática (interação não alélica, representada pela interação entre alelos de locos distintos) e a variância de sobredominância (caso em que o heterozigoto tem valor superior ao de qualquer dos homozigotos) (BUENO et al., 2001).

Ramalho et al. (2001) citam que o conhecimento da variabilidade genética é de fundamental importância em qualquer programa de melhoramento, pois indica o controle genético do caráter e o potencial da população para seleção. A mensuração da variabilidade é realizada por meio de parâmetros genéticos como herdabilidade, coeficiente de correlação genética e as implicações dos efeitos ambientais sobre estas estimativas, refletidas na interação entre genótipo x ambiente.

Para Falconer (1987) o coeficiente de herdabilidade média é um parâmetro importante utilizado em trabalhos de melhoramento, pois estima a proporção da variação fenotípica utilizada na seleção. Para Cruz (2005) se a herdabilidade for alta, haverá alta correlação entre o valor fenotípico e o genotípico, de forma que as diferenças mensuradas entre os indivíduos traduzirão as verdadeiras diferenças genéticas e garantirão, portanto, o sucesso da estratégia de seleção que estiver sendo adotada. Se a herdabilidade for baixa, o valor fenotípico não é uma medida confiável do valor genotípico, e a superioridade aparente de um indivíduo em relação a outro poderá não ser devida a causa genética – o processo seletivo, nesta situação, poderá estar comprometido.

Outro parâmetro importante para determinar a variabilidade entre materiais é a relação entre o coeficiente de variação genético e o coeficiente de variação ambiental (CV_g/CV_e). Também denominada como índice b, tal relação, segundo Vencovsky e Barriga (1992), ao atingir valores superiores a 1, indica situação favorável à seleção.

Santos et al. (2001) avaliaram a predição do potencial genético de populações segregantes de arroz de terras altas em relação aos caracteres produtividade, altura de plantas e florescimento, em dois locais, Lavras e Patos de Minas, ambos no Estado de Minas Gerais, e em três épocas diferentes e observaram a existência de diferenças altamente significativas ($P < 0,01$) nas três épocas de semeadura e nos dois locais estudados, indicando a presença de variabilidade genética entre as populações avaliadas. Entre os parâmetros genéticos as estimativas da herdabilidade para os caracteres avaliados, oscilaram na primeira época de 76,3 a 98,5%, na segunda a variação foi de 60,2 a 93,1% e na terceira de 64,4 a 97,3% sendo citados como herdabilidade média a alta. Os mesmos autores observaram em relação ao índice b, que a característica altura de plantas apresentou no ambiente de Lavras valores de 1,03, 0,66, 0,78 para a primeira, segunda e terceira época, respectivamente e a produtividade de grãos, para o mesmo ambiente, apresentou valores de 1,08, 0,71 e 1,21 nas três épocas de semeadura, citando estes resultados como muito favoráveis à seleção de plantas.

A avaliação do comportamento de genótipos, assim como a determinação da variabilidade genética, fenotípica e as implicações dos efeitos da interação genótipo x ambiente permitem conhecer o controle genético dos caracteres. Portanto, avaliar genótipos de arroz de terras altas em locais com as características de temperatura, luminosidade e índices pluviométricos compatíveis com a cultura como a Zona da Mata de Pernambuco é de suma importância, pois pode permitir a identificação e recomendação de genótipos mais produtivos e adequados à região, fornece subsídio técnico para o cultivo na referida região, com possibilidade para o aumento da produção e redução da importação.

2. Referências

BUENO, L. C. S.; MENDES, A. N. G.; CARVALHO, S. P. **Melhoramento genético de plantas: princípios e procedimentos**. Lavras: UFLA, 2001. 282p.

CASTRO, E. da M. de; RANGEL, P. H. N.; MORAES, O. P. de. Melhoramento do arroz. In: BORÉM, A. **Melhoramento de espécies cultivadas**. Viçosa: UFV, 1999. p.95-130.

CHANG, T. T. The origin, evolution, cultivation, dissemination and diversification of the Asian and African rices. **Euphytica**, Netherlands, v.25, n.1, p.425-441, 1976.

CHAVES, L. J. Interação de genótipos com ambientes. In: NASS, L. L.; VALOIS, A. C. C.; VALADARES, I. S. **Recursos genéticos e melhoramento de plantas**. Rondonópolis: Fundação MT, 2001. p.673-713.

CONAB – Companhia Nacional de Abastecimento. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Oitavo levantamento de avaliação da safra 2006/2007**. Disponível em: <<http://conab.gov.br>. Acesso em: 13 de jun. 2007.

CORRÊA, M. P. **Dicionário das plantas úteis do Brasil e das exóticas cultivadas**. Rio de Janeiro: Imprensa Nacional, v.1, 1926. 186p.

CRUSCIOL, C. A. C.; MAUAD, M.; ALVAREZ, R. C. F.; LIMA, E. V.; TIRITAN, C. S. Doses de fósforo e crescimento radicular de cultivares de arroz de terras altas. **Bragantia**, Campinas, v.64, n.4, p.643-650, 2005.

CRUZ, C. D.; REGAZZI, A. J.; CARNEIRO, P. C. S. **Modelos biométricos aplicados ao melhoramento genético**. 3.ed, Viçosa: UFV, 2004. 480p.

CRUZ, C. C.; **Princípios da genética quantitativa**. Viçosa: UFV, 2005. 394p.

FALCONER, D. S. **Introdução à genética quantitativa**. Viçosa: UFV, 1987. 279p.

FARIAS NETO, J. T. de; LINS, P. M. P.; MULLER, A. A. Estimativas dos coeficientes de repetibilidade para produção de fruto e albúmen sólido em coqueiro híbridos. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.38, n.10, p.1237-1241, 2003.

GUIMARÃES, E. P.; SANT'ANA, E. P. Sistemas de cultivo. In: VIEIRA, N. R. A.; SANTOS, A. B.; SANT'ANA, E. P. **A cultura do arroz no Brasil**. Santo Antonio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão, 1999. p.17-35.

IBGE – **Instituto Brasileiro de Geografia Estatística**. Disponível em: <<http://www.sidra.ibge.gov.br>>. Acesso em: 11 de nov. 2006.

KHUSH, G. S. Origin, dispersal, cultivation of rice. **Plant Molecular Biology**, Belgium, v.35, p.25-34, 1997.

LOPES, A. M.; SILVEIRA FILHO, A. **Bonança: cultivar de arroz de sequeiro recomendada para a região nordeste do estado do Pará. Belém do Pará**. Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento, 2002. 4 p. (Comunicado Técnico, 72).

MORISHIMA, H. **Wild genitors of cultivated rice and their population dynamics**. Manila: IRRI, 1986. p.3-14.

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

MURALIDHARAN, K.; PRASAD, G. S. V.; RAO, C. S. Yield performance of rice genotypes in internacional multi-environment trials during 1976 – 1997. **Current Science**, Bangalore, v.83, n.5, p.610-619, 2002.

NUNES, I. L.; MAGAGNIN, G.; BERTOLIN, T. E.; FURLONG, E. B. Arroz comercializado na região sul do Brasil: aspectos micotoxicológicos e microscópicos. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v.23, n.2, p.190-194, 2003.

PEREIRA, J. A.; RANGEL, P. H. N. Produtividade e qualidade de grãos de arroz irrigado no Piauí. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v.25, n.3, p.569-575, 2001.

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

PINTO, R. J. B. **Introdução ao melhoramento genético de plantas**. Maringá: EDUEM, 1995. 275p.

RAMALHO, M. A. P.; SANTOS, J. B.; PINTO, C. A. B. P. **Genética na agropecuária**. 2.ed. Lavras: UFLA, 2001. 472p.

RANGEL, P. H. N. Desenvolvimento de cultivares de arroz irrigado para o Estado do Tocantins. **Lavoura Arrozeira**, Porto Alegre, v.48, n.424, p.11-13, 1995.

ROSCHEVICZ, R. J. A contribution to the knowledge of rice. **Bulletin of Applied Botany of Genetics and Plant Breeding**, Leningrado, v.27, p.119-133, 1931.

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**, Brasília, v.36, n.4, p.659-670, 2001.

SILVA, E. F. **Variação somaclonal em caracteres agronômicos em progênies de plantas de arroz regeneradas a partir de protoplastos**. 87f. Tese (Doutorado em Agronomia: melhoramento genético de plantas) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz". Universidade de São Paulo, São Paulo, 1999.

SILVA, E. F.; SILVA, L. M.; MONTALVÁN, R. Crossing rate and distance in upland rice. **Bragantia**, Campinas, v.64, p.197-201, 2005.

STEINMETZ, S.; MEIRELES, E. J. L. Clima. In: VIEIRA, N. R. A.; SANTOS, A. B.; SANT'ANA, E. P. **A cultura do arroz no Brasil**. Santo Antonio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão, 1999. p.58-87.

STONE, L. F.; MOREIRA, J. A. A.; SILVEIRA, P. M. da. Cultivo de arroz de terras altas no Estado de Mato Grosso. Santo Antonio de Goiás: Embrapa arroz e feijão, 2006. p.1-6. (Sistema de produção, 7)

TASCÓN, E. J.; GARCIA, E. D. **Arroz: investigación y producción**. Bogotá: CIAT, 1985. p.47-53.

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

VILLAR, P. M. del; FERREIRA, C. M. Dinâmica territoriais do arroz de terras altas na região Centro Oeste do Brasil. **Cadernos de Ciência e Tecnologia**. Brasília, v.22, n.1, p.97-107, 2005.

WATANABE, Y. Phylogeny and geographical distribution of genus *Oryza*. In: MATSUO, T.; FUTSUHARA, Y.; KIKUCHI, F.; YAMAGUCHI, H. **Science of the rice plant genetics**, Tokyo: Food and Agriculture Policy Research Center, 1997. p.29-39.

WANDER, A. E. **Cultivo do Arroz de Terras Altas no Estado de Mato Grosso**. Santo Antonio de Goiás: Embrapa Arroz e feijão, 2006a. p.1-4. (Sistema de produção, n.1).

WANDER, A. E. A competitividade do agronegócio brasileiro de arroz. **Custos e @gronegócio on line**, Recife, v.2, n.1, p.1-14, 2006b. Disponível em: <<http://www.custoseagronegocioonline.com.br>> Acesso em: 23 de mar. 2007.

YOKOYAMA, L. P.; RUCATTI, E. G.; KLUTHCOUSK, J. Economia da produção: conjuntura, mercados e custos. In: VIEIRA, N. R. A.; SANTOS, A. B.; SANT'ANA, E. P. **A cultura do arroz no Brasil**. Santo Antonio de Goiás: Embrapa Arroz e feijão, 1999, p.36-57.

Capítulo II

Comportamento de genótipos de arroz de terras altas na Zona da Mata de Pernambuco

Artigo redigido conforme as normas da revista **Pesquisa Agropecuária Brasileira -PAB**



Figura 01 – Vista parcial do experimento conduzido em Vitória de Santo Antão na fase de florescimento.



Figura 02 – Vista parcial do experimento conduzido em Vitória de Santo Antão na fase inicial do ciclo de maturação.



Figura 03 – Vista parcial do experimento conduzido em Palmares na fase inicial de florescimento.



Figura 04 – Vista parcial do experimento conduzido em Palmares na fase inicial do ciclo de maturação.

1 **Comportamento de genótipos de arroz de terras altas na Zona da Mata de**
2 **Pernambuco¹**

3Vaubam Antônio Carvalho da Silva⁽²⁾, Edson Ferreira da Silva^(3*) e Jose Nildo Tabosa⁽⁴⁾

4¹ Parte da dissertação de mestrado apresentada pelo primeiro autor à Universidade Federal
5Rural de Pernambuco (UFRPE). ²Biólogo, aluno do Curso de Mestrado do Programa de
6Pós-Graduação em Agronomia “Melhoramento Genético em Plantas” (PPGAMGP) da
7UFRPE. Professor da Faculdade de Formação de Professores da Mata Sul. E-mail:
8vaubamsilva@yahoo.com.br ³Biólogo, D. Sc. Professor Adjunto do Departamento de
9Biologia da UFRPE, Rua Dom Manoel de Medeiros s/n, Dois Irmãos, Recife, PE, CEP:
1052171-900. E-mail: edson@ufrpe.br ⁴Engenheiro Agrônomo, DSc. Pesquisador da
11Empresa Pernambucana de Pesquisa Agropecuária (IPA). Av. Gal. San Martin, 1371,
12Bonji, 50761000-Recife, PE E-mail: tabosa@ipa.br

13* Autor para correspondências.

14

15**Resumo** / Avaliou-se o comportamento de 12 genótipos de arroz de terras altas na Zona da
16Mata de Pernambuco quanto a caracteres de importância agrônômica. Utilizou-se o
17delineamento de blocos ao acaso, com 4 repetições, parcelas constituídas de 5 linhas de 4
18m espaçamento de 0,50 m. Os experimentos foram conduzidos no ano agrícola de 2006,
19entre os meses de abril e agosto, nos municípios de Palmares e Vitória de Santo Antão.
20Dentre os caracteres avaliados verificaram-se diferenças significativas entre os genótipos
21para as caracteres: altura de planta, acamamento, ciclo de florescimento e de maturação,
22perfilhamento médio, comprimento de panículas, peso de mil grãos e rendimento de grãos
23inteiros. A interação genótipo x ambiente foi significativa para os caracteres altura de
24planta, ciclo de florescimento e percentual de espiguetas estéreis. Os genótipos Bonança,
25BRA 1506, BRA 1600, CNAs 9045, CNAs 9025 e BRSMG curinga, apresentaram os

26melhores comportamentos, para as caracteres: altura da planta, acamamento, ciclo de
27florescimento e de maturação, perfilhamento médio e rendimento e, portanto, são os mais
28promissores para serem recomendados para o plantio na referida região, especificamente,
29no período entre os meses de abril a julho.

30Termos para indexação: *Oryza sativa* L., produtividade, interação genótipo x ambiente.

31

32 **Performance of upland rice genotype in Zona da Mata of Pernambuco State**

33

34**Abstract** / Twelve upland rice genotypes were evaluated in the Zona da Mata of
35Pernambuco State on characters of agronomical importance. The experimental design was
36randomized block with four replicates, five 4m-rows per plot. The experiments were
37carried out from April to August during the agricultural year 2006 at Palmares and Vitoria
38de Santo Antão counties. Amongst the evaluated characters there were significant
39differences between genotypes for plant high, strength, flowering and maturation cycle,
40number of tiller per plant, length of panicle, 1000-grain weight and grains income.
41Genotype x environment interaction was significant for the characters plant high,
42flowering, cycle and percentage of spikelet sterility. The genotypes Bonança, BRA 1506,
43BRA 1600, CNAs 9045, CNAs 9025 and BRSMG curinga shoed better performance on
44plant high, plant strength, flowering and maturation cycles, tiller per plant and income.
45Therefore, these genotypes bring a good perspective for cultivation in this region as April
46to July period.

47Index terms: *Oryza sativa* L., productivity, genotype x environment interaction

48

49

50

51

53 O arroz (*Oryza sativa* L.) é uma das culturas de maior importância social e
54econômica no mundo, por ser um dos principais produtos da cesta básica e a principal
55fonte de calorias em grãos, fornecendo 21% das calorias e 14% das proteínas necessárias
56ao ser humano (Ferreira et al., 2005). Segundo Muralidharan et al. (2002) este cereal é
57cultivado anualmente em cerca de 148 milhões de hectares no mundo. O Brasil é o nono
58produtor mundial, com produção de 13.191.885 t em 2005 (IBGE, 2006).

59 A orizicultura brasileira é conduzida sob quatro sistemas básicos de cultivo, em
60dois ecossistemas: o de várzeas e o de terras altas. No ecossistema de várzea, o cultivo
61deste cereal pode ser conduzido em várzea sistematizada, com controle da lâmina de água,
62predominante no Estado do Rio Grande do Sul, como também em várzea úmida não
63sistematizada, irrigadas pela água da chuva ou pela elevação dos lençóis freáticos
64(Guimarães e Sant'Ana, 1999). Já no ecossistema de terras altas, o arroz é cultivado em
65terras firmes, nas quais os índices pluviométricos, as enchentes dos rios ou o afloramento
66natural dos lençóis freáticos são as fontes de água disponíveis para o desenvolvimento das
67plantas. Este ecossistema pode ser também realizado com irrigação suplementar por
68aspersão que proporciona alta produtividade, mas depende de maiores investimentos para
69implantá-lo (Rangel, 1995).

70 Villar et al. (2005) citam que no período de 1996 a 2000 no Brasil, o sistema de
71cultivo de arroz irrigado representou 34,5% da área plantada, respondendo por 61% da
72produção, enquanto o sistema de terras altas representou 65,5% da área plantada e 39% da
73produção. Sendo que quase a totalidade do arroz produzido no ecossistema de terras altas é
74cultivada no Cerrado brasileiro (Crusciol et al., 2005). O cultivo do arroz no Estado de
75Pernambuco é feito apenas margens do Rio São Francisco, sob o sistema de cultivo
76irrigado. A produção nesta região em 2005 foi de 47.082 t em 9.203 ha, com produtividade

77em torno de 5.100 kg/ha, tendo se destacado como maiores produtores os municípios de
78Cabrobó, com 30.000 t, seguido por Belém de São Francisco, Santa Maria da Boa Vista e
79Orocó, com 7.417, 3.480 e 2.400 t, respectivamente (IBGE, 2006).

80 Apesar da Zona da Mata de Pernambuco apresentar condições edafoclimáticas
81perfeitamente adequadas para o cultivo de arroz em terras altas, ainda não havia sido
82testado material para este ecossistema. A avaliação de genótipos para tais condições tem
83sido desenvolvida para outras regiões do Brasil, a exemplo de resultados obtidos por Utimi
84et al. (2001) no Estado de Rondônia, Soares et al. (2003a) em Minas Gerais e Moura Neto
85et al. (2002) no Estado de Goiás.

86 Para que haja expansão da área de cultivo e aumento da produtividade é de
87fundamental importância a avaliação de genótipos promissores em regiões que tenha
88potencialidade, considerando a interação genótipo x ambiente, bem como os parâmetros
89genéticos que subsidiam a identificação de genótipos mais adaptados.

90 O entendimento da interação genótipo x ambiente permite avaliar a influência da
91interação em relação à variância do caráter em análise conjunta de grupos de experimentos,
92em diferentes locais e dependendo do objetivo específico do programa de melhoramento
93possibilita maiores ganho com a seleção (Cruz et al., 2004; Vencovsky e Barriga, 1992).
94Além disso, conhecimentos em relação aos coeficientes de herdabilidade média dos
95caracteres são parâmetros que também auxiliam no processo de seleção de genótipos
96superiores nos programas de melhoramento genético (Falconer, 1987; Cruz, 2005).

97 Neste contexto, a avaliação de genótipos de arroz em ensaios de competição,
98explorando o entendimento da interação genótipo x ambiente e de parâmetros genéticos
99propicia a identificação de genótipos superiores.

100 O presente trabalho teve como objetivo avaliar o comportamento agrônômico de 12
101 genótipos de arroz de terras altas na Zona da Mata de Pernambuco.

102 **Material e Métodos**

103 Os experimentos foram conduzidos no ano agrícola de 2006, em dois locais da
104 Zona da Mata de Pernambuco: Vitória de Santo Antão, Zona da Mata Centro e Palmares,
105 Zona da Mata Sul. Em Vitória de Santo Antão, o experimento foi conduzido na Escola
106 Agrotécnica, localizada a 08°07'11'' S e 30°17'58'' W e em Palmares, o experimento foi
107 conduzido na Escola Agrícola, localizada a 08°41'00'' S e 35°35'30'' W.

108 A condução dos experimentos ocorreu entre os meses de abril a julho, período que
109 corresponde ao ano agrícola de culturas anuais na região. Os tratos culturais e
110 fitossanitários foram realizados conforme as recomendações técnicas para o cultivo do
111 arroz de terras altas (Breseghello e Stone, 1998).

112 Foram avaliados 12 genótipos, dos quais dez são provenientes do Centro Nacional
113 de Pesquisa de Arroz e Feijão (CNPAP)/Embrapa, um proveniente do Centro de Pesquisa
114 Meio-Norte (CPAMN)/Embrapa e um do Instituto Agrônômico de Campinas (IAC)
115 (Tabela 1). Para a escolha destes materiais, considerou-se o ciclo (precoce e semi-precoce)
116 e as características comerciais, tais como classe de grão longo fino, aparência e qualidade
117 de cocção.

118 Para a avaliação dos caracteres em cada experimento, os genótipos foram dispostos
119 de acordo com o delineamento experimental de blocos ao acaso com quatro blocos. As
120 parcelas foram constituídas por 5 linhas de 4 m de comprimento, espaçadas entre si por
121 0,50 m, totalizando 10,0 m² de área total, utilizando-se a densidade de 75 sementes por
122 metro linear. Todas as avaliações foram feitas nas 3 linhas centrais de cada parcela,
123 totalizando 6,0 m² de área útil.

124 Antes da semeadura foi realizada adubação química com 150 kg/ha da fórmula 4-
12514-8 e quarenta e cinco dias após a emergência das plântulas realizou-se adubação de
126cobertura com 30 kg de nitrogênio por hectare.

127 Os caracteres avaliados foram: altura da planta (AP), acamamento de planta (ACP),
128ciclo de florescimento (CF), ciclo de maturação (CM), perfilhamento médio (PM),
129comprimento da panícula (CP), peso de mil grãos (PMG), produtividade de grãos (PROD),
130renda (RE), rendimento de grãos (RG), percentual de espiguetas estéril por planta (PEEP),
131percentual de espiguetas férteis por plantas (PEFP).

132 Para a determinação da altura da planta, foram tomadas dez plantas ao acaso na
133área útil da parcela; nas quais foi medido o comprimento da base da planta até a
134extremidade da panícula conforme Azzini et al. (1995).

135 A avaliação do acamamento da planta foi obtida por meio de observações visuais
136no final da fase de maturação. Para tanto, utilizou-se a seguinte escala numérica: 1 para
137ausência de acamamento; 3 quando mais de 50% das plantas estavam levemente acamadas;
1385 quando a maioria das plantas estavam moderadamente acamada; 7 quando a maioria das
139plantas apresentava-se acamada e 9 quando todas as plantas estavam completamente
140acamadas.

141 Para determinação do ciclo de florescimento foi protocolado a data do
142florescimento que correspondeu ao período em que 50% das plantas apresentaram emissão
143da inflorescência. Da mesma forma, o final do ciclo de maturação foi considerado quando
14450% das panículas apresentavam-se secas (cor palha), conforme Azzini et al. (1995).

145 Para avaliação da carácter perfilhamento médio foi realizado a contagem das
146plântulas em uma amostra de um metro linear tomado ao acaso, determinando desta forma
147o estande inicial. Na ocasião da maturação, realizou-se a contagem do número de perfilhos

148no mesmo metro linear de cada parcela. O perfilhamento médio foi obtido pela divisão do
149número de perfilho no final do ciclo pelo valor obtido para o estande inicial verificado em
150cada parcela.

151 O comprimento médio de panículas foi obtido a partir da medição do primeiro nó
152até a extremidade do último grão, conforme Embrapa (1977), sendo que o valor médio
153obtido de 25 panículas representou as parcelas.

154 O peso de 1.000 grãos foi determinado por meio da obtenção de oito amostras de
155100 sementes por parcela com umidade de 13%. Quando o coeficiente de variação das oito
156amostras não ultrapassou 6%, multiplicou-se o resultado médio do peso das amostras por
157dez para obter o peso de mil grãos para cada parcela, conforme as regras para análise de
158sementes (Ministério da Agricultura do Brasil, 1992).

159 A produtividade de grãos foi avaliada utilizando-se o total de grãos colhidos por
160parcela. As impurezas e espiguetas estéreis foram separadas por abanação, utilizando-se
161peneira manual. A pesagem foi realizada com o emprego de balança mecânica com
162precisão de 0,1g e capacidade para 25 kg, quando os grãos apresentavam em torno 13% de
163umidade. As médias de produtividade de grãos por parcela foram transformadas para
164kg/ha.

165 A porcentagem de espiguetas férteis por panícula foi avaliada por meio da
166contagem dos grãos férteis de todas as panículas colhidas para a avaliação do comprimento
167de panículas, sendo em seguida o valor dividido pelo número total de panículas.

168 A porcentagem de espiguetas estéreis por panícula foi avaliada separado-as
169manualmente em dois grupos: granadas e estéreis. O número total de grãos estéreis foi
170dividido pelo número total das mesmas panículas utilizadas para determinação do número
171de espiguetas férteis.

172 A carácter renda, que correspondente ao total de grãos beneficiados e polidos,
173 inclusive as partes dos grãos quebrados, foi avaliada por meio do beneficiamento de uma
174 amostra de 100 gramas da produção total de cada parcela com 13% de umidade, pesadas
175 em balança de precisão de 0,01g. Para beneficiar os grãos, utilizou-se máquina para
176 pequenas amostras (Máquina Suzuki – Modelo MT 87). A avaliação do rendimento de
177 grãos foi representada pelo peso total de grãos inteiros após o beneficiamento da mesma
178 amostra de 100g em casca, sendo que a separação foi feita no *trieur* da mesma máquina
179 utilizada no beneficiamento.

180 A partir da homogeneidade da variância das análises individuais do local dos dois
181 locais, onde se observou relação adequada entre os quadrados médios (QM), foram
182 realizadas as análises de variância em grupos de experimento para os caracteres avaliados,
183 segundo o esquema demonstrado na Tabela 2. Para tanto, os efeitos do modelo em relação
184 às caracteres foram considerados como fixos exceto para o erro experimental. Quando
185 ocorreu significância nas fontes de variação, foi aplicado o teste de Tukey para
186 comparação das médias em nível de 5% de probabilidade. As análises estatísticas foram
187 realizadas utilizando-se o programa Genes (Cruz, 1997).

188 O modelo estatístico utilizado para o cálculo das esperanças dos quadrados médios
189 e para as fontes de variação foi proposto por Vencovsky e BARRIGA (1992) em que $Y_{ij} = M +$
190 $G_i + A_j + (GA)_{ij} + E_{ij}$, onde: Y_{ij} = valor fenotípico do caráter Y, do material genético i, no
191 ambiente j; M = média geral paramétrica dos dados em estudo; G = efeito do genótipo ou
192 material genético i; A_j = efeito do ambiente j; $(GA)_{ij}$ = efeito da interação do genótipo i
193 com o ambiente j e E_{ij} = erro médio associado à observação Y_{ij} .

194 A partir das esperanças dos quadrados médios, foi calculado o coeficiente de
195 variação para o erro ambiental, utilizando-se as seguintes expressões: $\sigma_{ge}^2 = (QMP - QME) /$
196 $r n$; $\sigma_{gd}^2 = 3 \sigma_{ge}^2$; $\sigma_{fd}^2 = QMD$; $\sigma_e^2 = (QME - QMD) / n$; $h_e^2 = (\sigma_{ge}^2) / (QMP / r n)$, $h_d^2 = (\sigma_{gd}^2) /$

197(σ_{fd}^2); $CV_e = (100 \cdot V\sigma_e^2) / m$; $CV_{ge} = (100 \cdot V\sigma_{ge}^2) / m$; $CV_{gd} = (100 \cdot V\sigma_{gd}^2) / m$; índice $b =$
198 CV_{ge}/CV_e . Sendo: σ_{ge}^2 - variância genética entre os genótipos; QMP - quadrado médio dos
199genótipos; QME - quadrado médio do erro entre parcelas; QMD - quadrado médio do erro
200dentro das parcelas; r - blocos; n - experimentos; σ_{gd}^2 - variância genética dentro dos
201genótipos; σ_{fd}^2 - variância fenotípica dentro dos genótipos; σ_e^2 - variância ambiental entre
202genótipos; h_e^2 - herdabilidade entre genótipos; h_d^2 - herdabilidade dentro dos genótipos; CV_e
203 - coeficiente de variação experimental; CV_{ge} - coeficiente de variação genético entre
204genótipos; CV_{gd} - coeficiente de variação genético dentro dos genótipos; razão CV_{ge}/CV_e
205(índice b); m - média.

206

Resultados e Discussão

207 Na Tabela 3, observa-se que o teste F detectou diferenças significativas entre os
208genótipos ao nível de 5% de probabilidade para os caracteres AP, CF, CM, CP, PM, PMG
209e RG. Verifica-se também que houve diferença significativa entre os ambientes para todas
210as caracteres analisadas, exceto para CM, e em relação à interação genótipo x ambiente, os
211caracteres AP, CF e PEEP apresentaram diferenças significativas, indicando que os
212genótipos avaliados se comportaram de forma diferenciada nos ambientes para as referidas
213características.

214 As estimativas de herdabilidade no experimento conduzido em Palmares variaram
215de 10 a 98%. Para AP, CF, CM, PMG foi observado valores altos entre 93 a 98% e para
216CP, PM, PEEP e PEFP foi observado valores médios, entre 65 a 79% (Tabela 3). Foi
217observada baixa herdabilidade (10%) apenas para RE.

218 Em Vitória de Santo Antão, verificou-se herdabilidade entre 0 a 97%. Alta
219herdabilidade, entre 83 a 97%, foi observada para AP, CF, CM, CP, PMG e RG e
220percentuais médios, entre 73 e 74%, foi observado para PM, PEEP e PEFP (Tabela 3). Para
221os caracteres RE e PROD verificou-se baixos valores 0 (zero) e 1,5%, respectivamente.

222Baixo percentual de herdabilidade ocorre quando se tem baixa variância genética e elevada
223variância ambiental. Segundo Cruz (2005) quando a herdabilidade é baixa o valor
224fenotípico não é uma medida confiável do valor genotípico, pois a superioridade aparente
225de um indivíduo em relação a outro poderá não ser devida a causa genética, nesta situação,
226o processo seletivo poderá ser comprometido.

227 No entanto, para maioria dos caracteres estudados mostraram herdabilidade entre
228alta e média indicando que o fenótipo expressa o genótipo, e como se trata de genótipos
229fixados de uma espécie autógama, a maior quantidade da variabilidade é aditiva, ou seja, a
230herdabilidade é restrita (h^2). Portanto, para a maioria dos caracteres há possibilidade de
231obtenção de ganhos com seleção em programas de melhoramento genético da cultura do
232arroz.

233 Santos et al. (2001) avaliando a predição do potencial genético de populações
234segregantes de arroz de terras altas em Lavras e Patos de Minas (MG) descreveram
235percentuais de herdabilidade similares aos observados nestes experimentos para o carácter
236altura de planta de 56,8 a 87,1 % e ciclo de florescimento de 91,5 a 98,5 %, citando-os
237como percentuais médio e alto.

238 Em relação ao coeficiente de variação genética (CVg) estimado para os dois locais
239(Tabela 3), foi confirmada reduzida variabilidade entre os genótipos para as caracteres
240ciclo de florescimento, ciclo de maturação, comprimento de panícula, peso de mil grãos,
241produtividade, renda, rendimento de grãos, percentual de espiguetas estéreis e o percentual
242de espiguetas férteis, variando de 1,4 a 10,6%. Santos et al. (2001) observaram CVg
243equivalente para os caracteres altura de plantas (6,14) e ciclo de florescimento (8,81),
244afirmando que esses valores são satisfatórios e favoráveis a seleção de genótipos
245superiores. Para os caracteres AP, CF, CM, PMG e RG foi observado a razão entre
246CVg/CVe ou índice b superiores a 1 (Tabela 3). Estes resultados são satisfatórios, pois

247segundo Vencovsk e Barriga (1992), quando o índice b atinge valores superiores a 1 indica
248situação favorável ao ganho genético com a seleção. Em relação aos demais caracteres
249estudadas observou-se índice b inferior a 1.

250 Os coeficientes de variação experimental, em sua maioria, mostraram boa precisão
251dos experimentos, com valores entre 1,69 e 21,18 (Tabela 3). Foi observado CV baixo para
252AP (4,39), CF (3,97), CM (1,69), CP (6,43), PMG (5,51), RE (5,02) e RG (7,84) médio
253para as variáveis PROD (16,1), PEEP (19,07) e PEFP (11,01) e alto para PM (21,18)
254conforme Gomes, (1985).

255 Em relação ao comportamento dos genótipos para os 12 caracteres avaliados
256verificou-se que para o carácter altura de plantas, as médias variaram de 0,99 a 1,72 m para
257o genótipo PB 5 e o IAC 47, respectivamente, sendo que o mais alto não diferiu
258estatisticamente do Rio Parnaíba e Maravilha, e o mais baixo diferiu estatisticamente dos
259demais (Tabela 4). Porém, a maioria dos genótipos apresentou porte intermediário (1,20 a
2601,44 m), portanto, adequado para o cultivo em terras altas. O genótipo Caiapó que teve
261altura média de 1,44 m, foi também avaliado por Soares et al. (2003a), nos municípios de
262Lambari, Leopoldina e Piumhi (MG) tendo apresentado porte médio (1,20m), citado como
263adequado para essa modalidade de cultivo.

264 A altura das plantas é uma característica altamente correlacionada com o
265acamamento das mesmas no final do ciclo da cultura. Nos dois experimentos conduzidos
266na Zona da Mata de Pernambuco, os genótipos IAC 47, Maravilha e BRS primavera
267apresentaram as maiores notas 7, 5 e 5, respectivamente, e também mostraram as maiores
268médias para a AP Observa-se pela mesma Tabela que os genótipos que apresentaram as
269menores notas de acamamento (1) foram também os que tiveram as menores médias de
270AP, até 1,32 m.

271 O acamamento das plantas no final do ciclo é um fator que afeta a produtividade
272 dos genótipos, visto que plantas acamadas impossibilitam a colheita mecanizada.
273 Entretanto, com os resultados observados para estes caracteres, os genótipos Bonança,
274 BRA 1506, CNAs 9045 e BRSMG curinga e PB 5, foram os que apresentaram os melhores
275 comportamentos.

276 Para o carácter ciclo de florescimento observou-se média de 60 a 84 dias, sendo que
277 o genótipo Bonança apresentou o menor CF, não diferindo estatisticamente do BRA 1600
278 e CNAs 9045. O genótipo PB 5 apresentou o menor CF e diferiu estatisticamente dos
279 demais.

280 Em relação ao ciclo de maturação observou-se média de 95 a 115 dias, sendo que o
281 genótipo BRA 1600 apresentou o ciclo mais curto e não diferiu estatisticamente do CNA
282 9045, CNAs 9025, BRS primavera, BRSMG curinga, BRA 1506 e do Bonança. O
283 genótipo PB 5 apresentou CM mais tardio e diferiu estatisticamente dos demais.

284 Em relação ao ciclo de florescimento e de maturação, com exceção do genótipo PB
285 que apresentou ciclo de florescimento de 84 dias e ciclo de maturação de 115 dias, todos
286 demais genótipos comportaram-se de forma compatível com o cultivo de arroz de terras
287 altas na Zona da Mata de Pernambuco, já que os índices pluviométricos médios históricos
288 e os registrados em 2006 para os meses de abril a agosto de 2006 (Tabela 5), permite
289 completar o ciclo da cultura sem déficit hídrico. O PB 5, por apresentar ciclo mais longo,
290 pode ficar sujeito a períodos de escassez de chuva na fase de maturação dos grãos.

291 Alguns destes genótipos foram também avaliados quanto ao ciclo em outras regiões
292 do Brasil. Os genótipos Bonança e Caiapó apresentaram ciclo de florescimento de 91 e 97
293 dias, respectivamente, em Goiás (Moura Neto et al., 2002). Já em experimentos realizados
294 nos municípios de Lambari, Leopoldina e Piumhi – MG, Caiapó teve ciclo de
295 florescimento de 100 dias (Soares et al., 2003b). O genótipo Primavera apresentou ciclo de

29670 dias no Pará (Lopes e Silveira Filho, 2002) e de 85 dias em Goiás (Moura Neto et al.,
2972002). IAC 47 apresentou ciclo de 86 dias no Amapá (Atroch et al., 1999) e PB 5 teve
298ciclo de maturação de 113 dias no Piauí (Pereira et al., 2007). Os resultados do presente
299trabalho mostram variação no comportamento de alguns genótipos para ciclo de
300florescimento nas diferenciadas condições climáticas em que foram avaliados. Entretanto,
301com exceção do genótipo PB 5, os demais apresentaram ciclos de florescimento adequado
302para o cultivo de arroz na Zona da Mata de Pernambuco.

303 O comprimento de panículas é uma característica correlacionada com a quantidade
304de espiguetas por panículas e com a produtividade. Neste trabalho, o genótipo CNA 9025
305apresentou a maior média para o carácter CP (26,37), não diferindo estatisticamente do
306IAC 47, Rio Parnaíba, Caiapó, BRA 1506, BRA 1600 e BRS primavera (Tabela 4). O
307genótipo PB 5 apresentou a menor média para a esta característica, contudo, não se
308verificou diferença estatística significativa em relação aos genótipos BRSMG curinga,
309CNAs 9045, BRA 1600, Caiapó, Maravilha, Rio Parnaíba, Bonança e IAC 47.

310 Em relação ao carácter PM, observou-se média geral de 2,32 perfilhamento por
311planta. Sendo que, o genótipo BRSMG Curinga apresentou a maior capacidade para
312emissão de perfilhos com 3,51, entretanto, não diferiu estatisticamente do IAC 47,
313Maravilha, Caiapó, BRA 1506 e PB 5 (Tabela 4). A boa capacidade de perfilhamento pode
314influenciar positivamente na produtividade, quando o maior número de perfilho resulta em
315maior número de panícula por planta.

316 Para o carácter PMG, a maior média foi observada para o genótipo Rio Parnaíba
317(29,14 g) não diferindo estatisticamente do IAC 47, Maravilha, BRA 1506 e CNAs 9045.
318A menor média foi observada para o genótipo Bonança (21,77 g), porém, não diferiu
319estatisticamente do genótipo BRA 1600, CNAs 9045, BRSMG curinga, BRS primavera e
320PB 5 (Tabela 4). No Brasil, há preferência do consumidor por grãos longos e finos,

321 características que determinam menores pesos de mil grãos. Portanto, este carácter é
322 correlacionado ao rendimento no beneficiamento, já que grãos longos e finos são mais
323 propícios a quebrarem e também permite dimensionar o volume em função do número de
324 sementes a serem adquirida para o plantio. Entretanto, neste trabalho tal correlação não foi
325 observada, já que CNAs 9045, que tem grãos longo fino, apresentou a o maior rendimento
326 (56,14), provavelmente em decorrência de fatores ambientais.

327 Para o carácter PROD, observou-se média geral de 5.659 kg/ha, não apresentando
328 diferença estatisticamente significativa entre os genótipos. As maiores produtividades
329 foram observadas para CNAs 9025, PB 5, Caiapó, e BRSMG curinga com 5.209, 5.015,
330 5.058 e 5.017 kg/ha, respectivamente (Tabela 4). Em relação à PROD todos os genótipos
331 mostraram comportamentos compatíveis para o cultivo de arroz de terras altas na Zona da
332 Mata de Pernambuco, pois apresentaram médias superiores a produtividade nacional de
333 arroz que em 2005 foi de 3.865 kg/ha (Conab, 2007).

334 Em relação à produtividade alguns dos genótipos avaliados nos dois experimentos
335 na Zona da Mata de Pernambuco, foram também testados em outras regiões do Brasil e
336 tiveram diferente comportamento. O genótipo Bonança apresentou produtividade de 3.785
337 kg/ha e o Primavera 2.975 kg/ha em Capitão Poço e Paragominas, PA, respectivamente,
338 (Lopes e Silveira, 2002). Estes mesmos genótipos foram avaliados por Moura Neto et al.
339 (2002) em Goiás sendo que Bonança apresentou produtividade de 6.143 e Primavera de
340 6.362 kg/ha.

341 O genótipo Caiapó apresentou produtividade de 4.600 kg/ha em avaliação realizada
342 por Moura Neto et al. (2002) em Goiás, 3.501 kg/ha nos municípios de Lambari,
343 Leopoldina e Piumhi - MG (Soares et al., 2003b) e 2.758 kg/ha em Rondônia (Utimi et al.,
344 2001). Portanto, a produtividade observada para os genótipos Caiapó, Bonança e

345Primavera na Zona da Mata de Pernambuco mostrou superior ou similar aos resultado
346observados em outras regiões.

347 Para o carácter RE, observou-se que não houve diferença estatística significativa
348entre os genótipos e a média geral foi de 57,96 g. Os melhores desempenhos foram
349observados para CNAs 9045 (59,81g), BRA 1600 (59,07g) e Bonança (58,80g). Em
350relação a variável RG, observou-se diferenças estatisticamente significativas entre os
351genótipo, sendo que CNAs 9045 apresentou a maior média (56,14 g), porém, não deferiu
352do IAC 47, Bonança, Rio Parnaíba, Maravilha, Caiapó, BRA 1600, CNAs 9045, CNAs
3539025, BRSMG curinga e BRS primavera. O genótipo PB 5 apresentou a menor médeia
354(39,75g) que diferiu estatisticamente dos demais genótipos, exceto em relação ao BRA
3551506 (Tabela 4).

356 Vieira e Carvalho (1999) afirmam que a legislação brasileira prevê rendimento de
357benefício de 40 a 68% para grãos inteiros, portanto, os percentuais de rendimento
358observados para os genótipos, com exceção de PB 5, na Zona da Mata de Pernambuco
359foram acima do percentual mínimo (Tabela 4).

360 Para o carácter PEEP, observou-se que o genótipo PB 5 teve a maior média (0,48)
361que apresentou diferença estatística significativa em Bonança que teve a menor média de
362espiguetas estéreis por panícula (0,31). Embora não tenha sido observado neste trabalho,
363PEEP é um carácter correlacionado com produtividade dos genótipos, pois altos
364percentuais podem influenciar negativamente no número de grãos por panícula.

365 Em relação à PEFP, as diferenças entre os genótipos não foram estatisticamente
366significativa, sendo que a maior média foi observada para o genótipo CNAs 9045 (1,29) e
367PB 5 apresentou a maior média de espiguetas férteis por panícula (1,09). Normalmente o
368maior percentual de espiguetas férteis por panícula proporciona maior produtividade aos

369genótipos, embora, isto não tenha sido observado para os genótipos estudados neste
370trabalho.

371

372

Conclusões

373 1 - Os genótipos Bonança, BRA 1506, BRA 1600, CNAs 9045, CNAs 9025 e
374BRSMG curinga, apresentaram os melhores comportamentos em terras altas na Zona da
375Mata de Pernambuco em relação aos caracteres altura da planta, acamamento, ciclo de
376florescimento, ciclo de maturação, perfilhamento médio e rendimento de grãos.

377 2 - Nas condições da Zona da Mata de Pernambuco os genótipos Bonança, BRA
3781506, BRA 1600, CNAs 9045 e BRSMG curinga apresentaram comportamento compatível
379com o cultivo em terras altas no período de abril a julho e poderão ser recomendados para
380a referida região.

381

Agradecimentos

382 Ao pesquisador José Almeida Pereira do Centro de Pesquisa Agropecuária Meio
383Norte, EMBRAPA por disponibilizar sementes para realização dos experimentos.

384 Às pesquisadoras Sr^a. Vânia Trindade Barretto Canuto e Graciete Helena da
385Silva do Laboratório de sementes da Empresa Pernambucana de Pesquisa Agropecuária
386(IPA) por concederem a máquina para beneficiamento dos grãos.

387 À Escola Agrícola de Palmares e a Escola Agrotécnica de Vitória de Santo Antão
388por nos ceder área para implantação dos experimentos.

389

390

Referências

391ATROCH, A. L.; MORAIS, O. P.; RANGEL, P. H. N.; CASTRO, E. M. Progresso do
392melhoramento genético do arroz de sequeiro no Estado do Amapá. **Pesquisa**
393**Agropecuária Brasileira**, v.34, p.1623-1632, 1999.

394AZZINI, L. E.; BASTOS, C. R.; VILLELA, O. V.; GALLO, P. B.; SOAVE, J.; CASTRO,
395L. H. S. M.; TISSELI FILHO, O. Melhoramento do arroz: Comportamento de cultivares e
396linhagens de arroz irrigado no Estado de São Paulo em 1990/91 e 1991/92. **Bragantia**, v.
3974, p.287-296, 1995.

398BRESEGHELLO, F.; STONE, L. F. **Tecnologia para o arroz de terras altas**. Santo
399Antônio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão, 1998. 161p.

400CRUSCIOL, C. A. C.; MAUAD, M.; ALVAREZ, R. C. F.; LIMA, E. V.; TIRITAN, C. S.
401Doses de fósforo e crescimento radicular de cultivares de arroz de terras altas. **Bragantia**,
402v.64, p.643 -650, 2005.

403CRUZ, C. D.; REGAZZI, A. J.; CARNEIRO, P. C. S. **Modelos biométricos aplicados ao**
404**melhoramento genético**. 3.ed, Viçosa: UFV. 2004. 480p.

405CRUZ, C. D. **Programa Genes: Aplicativo Computacional**. Viçosa: UFV, 1997. 442p.

406CRUZ, C. D. **Princípios de genética quantitativa**. Viçosa: UFV, 2005. 394P.

407EMBRAPA - Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Manual de métodos de**
408**pesquisa em arroz**. Goiânia: Centro Nacional de Pesquisa de Arroz e Feijão, 1977. 106p.

409FALCONER, D. S. **Introdução à genética quantitativa**. Viçosa: UFV, 1987. 279p.

410FERREIRA, C. M.; PINHEIRO, B. S.; SOUSA, I. S. F.; MORAIS, O. P. **Qualidade do**
411**arroz no Brasil: padronização**. Santo Antonio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão, 2005.
41261p.

413GOMES, F. P. **Estatística moderna na pesquisa agropecuária**. Piracicaba: Associação
414Brasileira para Pesquisa Agropecuária da Potassa e Fosfato, 1984. 160p.

415GUIMARÃES, E. P.; SANT'ANA, E. P. Sistemas de cultivo. In: VIEIRA, N. R. A.;
416SANTOS, A. B.; SANT'ANA, E. P. **A cultura do arroz no Brasil**. Santo Antonio de
417Goiás: Embrapa Arroz e Feijão, 1999. p.17-35.

418IBGE – Instituto brasileiro de geografia estatística. Disponível em: <<http://www.sidra.ibge.gov.br>> Acesso em: 28 de jul. 2006.

420MINISTÉRIO DA AGRICULTURA DO BRASIL. **Regras para análise de sementes.**

421Departamento Nacional de Produção Vegetal. 1992. 365 p.

422MOURA NETO, F. P.; SOARES, A. A.; AIDAR, H. Desempenho de cultivares de arroz
423de terras altas sob plantio direto e convencional. **Ciência e Agrotecnologia**, v.26, p.904
424-910, 2002.

425MURALIDHARAN, K.; PRASAD, G. S. V.; RAO, C. S. Yield performance of rice
426genotypes in internacional multi-environment trials during 1976 – 1997. **Current Science**,
427v.83, p.610-619, 2002.

428PEREIRA, J. A.; BASSINELLO, P. Z.; FONSECA, J. R.; RIBEIRO, V. Q. **Revista**
429**Caatinga**. v.20, p.43-48, 2007.

430RANGEL, P. H. N. Desenvolvimento de cultivares de arroz irrigado para o Estado do
431Tocantins. **Lavoura Arrozeira**, v.48, n.424, p.11-13, 1995.

432SANTOS, P. G.; SOARES, A. A.; RAMALHO, M. A. P. Predição do potencial genético
433de populações segregantes de arroz de terras altas. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**,
434v.36, p.659-670, 2001.

435SOARES, A. A.; REIS, M. de S.; SOARES, P. C.; CORNÉLIO, V. M. de O.; SANTOS, P.
436G.; Desempenho e seleção de cultivares e linhagens de arroz de sequeiro cultivados em
437várzea úmida. **Revista Ceres**, v.50, p.527-541, 2003a.

438SOARES, A. A.; CORNÉLIO, V. M. de O.; REIS, M. de S.; SOARES, P. C.; SANTOS, P.
439G.; SOUSA, M. A. de. Desempenho de linhagens de arroz de terras altas quanto à
440produtividade de grãos e outras características em Minas Gerais. **Revista Ceres**, v.50,
441p.509-525, 2003b.

442VIEIRA, N. R. A; CARVALHO, J. L. V. Qualidade tecnológica. In: VEIRA, N. R. A.;
443SANTOS, A. B.; SANT'ANA, E. P. **A cultura do arroz no Brasil**. Santo Antonio de
444Goiás: Embrapa Arroz e Feijão, 1999. p. 582-598.

445 VILLAR, P. M. del; FERREIRA, C. M. Dinâmica territoriais do arroz de terras altas na
446região Centro-Oeste do Brasil. **Cadernos de Ciência e Tecnologia**, v.22, p. 97-107, 2005.

447VENCOVSKY, R.; BARRIGA, P. **Genética biométrica no fitomelhoramento**. Ribeirão
448Preto: Sociedade Brasileira de Genética, 1992. 496p.

449UTIMI, M. M.; GODINHO, V. de P. C.; PRADO, E. E. do; RAMALHO, A. R.; CASTRO,
450E. da M. de.; BRESEGHELLO. **Avaliação de genótipos de arroz (*Oryza sativa* L.) no**
451**Estado de Rondônia – safra 1999/2000**. Embrapa, 2001. p.1-15. (Comunicado Técnico,
452189).

453

454

455 **Tabela 1.** Relação dos genótipos avaliados na Zona da Mata de Pernambuco, instituição de origem e cruzamentos que às originaram.

Genótipos	Instituição	Genealogias
IAC 47	IAC	IAC 1246 / IAC 1391
Bonança	CNPAF	CT7244-9-2-1-52-1 / CT7232-5-3-7-2-1P // CT6196-33-11-1-3-AP
Rio Parnaíba	CNPAF	IAC 47/ 63 - 83
Maravilha	CNPAF	TOX 1010-49-1 / IRAT 121//Colombia 1 / M312A
Caiapó	CNPAF	IRAT 13 / Beira campo // CNAx 104-B 18- Pv-28 / Perola
BRA 1506	CNPAF	CNA8077 / L141 // CNA 8198 / Lemont
BRA 1600	CNPAF	Kay Bonnet / Aimoré
CNAs 9045	CNPAF	CNA 7914 / CNAx 3031-1-13-B-1-1 // CNA 7455 / Colombia 1
CNA 9025 (sertanejo)	CNPAF	Carajás / IAC 1150 // 150 144 / CNAx 4036-5-1-1
BRSMG (curinga)	CNPAF	CT9978 - 1221P4 / CT 10037-564M1P1 // 569911 - 3P111P / CT9356
BRS (primavera)	CNPAF	IRAT 10 / LS 85 - 158
PB 5	CPAMN	Seleção em variedades locais

456 IAC = Instituto Agrônomo de Campinas, CNPAF = Centro Nacional de Pesquisa de Arroz e Feijão e CPAMN = Centro de pesquisa Agropecuária

457 Meio Norte.

458

459

460

461

462 **Tabela 2.** Esquema teórico da análise de variância para grupos de experimento considerando
 463 os genótipos e locais.

FV	GL	QM	F
Blocos/locais	$mq(u-1)$	Q1	Q1/Q5
Genótipos (G)	$p-1$	Q1	Q1/Q5
Locais (L)	$q-1$	Q2	Q2/Q4
GxL	$(p-1)(q-1)$	Q3	Q3/Q4
Resíduo médio	$mq(u-1)(p-1)$	Q4	Q4/Q5
Total	$pqmu-1$	Q5	

464 Obs.: Caso G x L seja significativo (*), o denominador da fonte de variação será Q4. E caso
 465 não seja, o denominador da fonte de variação será Q5.

466

467 **Tabela 5.** Médias no ano de 2006 e médias históricas dos índices pluviométricos (mm) dos
 468 meses de abril a agosto nos municípios de Palmares - Zona da Mata de Pernambuco e Vitória
 469 de Santo Antônio.

Meses	Palmares		Vitória de Santo Antônio	
	Médias de 2006	Médias históricas	Médias de 2006	Médias históricas
Abril	164,5	182	79,9	137
Maio	245,4	238	124,7	157
Junho	232,8	236	240,7	151
Julho	172,6	209	99,9	151
Agosto	80,7	130	72	72

470 Fonte: Instituto Tecnológico de Pernambuco – ITEP- (2006).

471

472

Tabela 3. Análise conjunta dos quadrados médios dos genótipos (G), dos ambientes (E), da interação genótipo x ambiente (G X E) e os parâmetros genéticos de herdabilidade (h^2), coeficiente de variação genética (CVg%) e o índice b (razão entre CVg/CVe), em 12 caracteres de arroz de terras altas em Vitória de Santo Antão (PE) e Palmares (PE), 2006.

476

Variáveis	Quadrados médios			Parâmetros Genéticos			
	Genótipos	Ambientes	G x E	CVg(%)	CVg/CVe	h^2 (%) Palmares	h^2 (%) V. Sto. Antão
Altura de planta - AP (m)	0,34*	0,29*	0,01*	14,7	3,3	98	97
Ciclo de florescimento - CF (dias)	288,10 *	615,09 *	51,64 *	7,7	1,9	98	87
Ciclo de maturação - CM (dias)	206,51*	0,01 ^{ns}	0,08 ^{ns}	5,0	2,9	97	97
Comprimento da panícula - CP (cm)	18,70 *	69,92 *	3,73 ^{ns}	5,7	0,9	71	83
Perfilhamento médio - PM	1,63 *	15,48 *	0,38 ^{ns}	16,9	0,8	77	74
Peso de mil grãos - PMG (g)	41,81 *	12,06 *	2,91 ^{ns}	8,8	1,6	93	88
Produtividade - PROD (kg/ha)	1,26 ^{ns}	30,52 *	0,92 ^{ns}	4,3	0,3	68	1,5
Renda - RE (g)	9,81 ^{ns}	3,80 *	4,27 ^{ns}	1,4	0,3	10	0
Rendimento de grãos - RG (g)	164,69 *	3,97 *	8,69 ^{ns}	8,6	1,1	75	86
Percentual de espiguetas estéreis por planta - PEEP	0,02 ^{ns}	0,05 *	0,01*	10,6	0,5	79	73
Percentual de espiguetas férteis por planta - PEFP	0,03 ^{ns}	0,07 *	0,02 ^{ns}	3,1	0,3	79	73

477 ^{ns} Não significativo e * significativo ao nível de 5% de probabilidade pelo teste F.

478

479 **Tabela 4**, Comparação entre as médias, média geral e coeficiente de variação em 12 genótipos de arroz de terras altas, avaliados Vitória de Santo
480 Antão (PE) e Palmares (PE), 2006.

Genótipos	AP (m)	ACP	CF (d)	CM (d)	CP (cm)	PM	PMG (g)	PROD (kg/ha)	RE (g)	RG (g)	PEEP*	PEFP*
IAC 47	1,72a	7	72bc	101bcd	24,12ac	2,41ab	26,23abc	4,077a	56,58a	50,97ab	0,37ab	1,20a
Bonança	1,20d	1	60e	97de	22,60bc	2,25b	21,77d	4,976a	58,80a	55,26ab	0,31b	1,27a
Rio Parnaíba	1,59a	3	72b	103b	24,38ac	2,25b	29,14a	4,823a	56,50a	52,15ab	0,38ab	1,19a
Maravilha	1,67a	5	72b	101bcd	22,67bc	2,51ab	27,25ab	4,514a	58,25a	51,72ab	0,35ab	1,22a
Caiapó	1,44b	3	72b	103bc	22,76ac	2,46ab	25,58 bc	5,058a	58,49a	55,87ab	0,33ab	1,24a
BRA 1506	1,32bcd	1	70bcd	99cde	25,66ab	2,59ab	26,31abc	4,679a	56,10a	46,31bc	0,45ab	1,12a
BRA 1600	1,34bc	3	64de	95e	24,58ac	1,86b	23,30cd	4,153a	59,07a	51,05ab	0,36ab	1,21a
CNAs 9045	1,28cd	1	65cde	96e	22,59bc	1,93b	24,60bcd	4,805a	59,81a	56,14a	0,29ab	1,29a
CNAs 9025	1,36bc	3	68bcd	97de	26,37a	1,78b	26,86ab	5,209a	57,78a	50,18ab	0,40ab	1,17a
BRSMG curinga	1,24cd	1	71bc	99cde	22,46bc	3,51a	23,98bcd	5,017a	58,21a	53,72ab	0,34ab	1,23a
BRS primavera	1,44b	5	68bcd	98de	25,49ab	2,14b	23,02cd	4,193a	57,88a	50,88ab	0,32ab	1,28a
PB 5	0,99e	1	84a	115a	21,60c	2,39ab	21,87d	5,015a	57,52a	39,75c	0,48a	1,09a
Média geral	1,37	-	70	100	23,77	2,32	24,99	5,659	57,96	51,17	0,36	1,21
CV%	4,39	-	3,97	1,69	6,43	21,18	5,51	16,1	5,02	7,84	19,07	11,01

481 Médias seguidas da mesma letra da coluna não diferem estatisticamente ao nível de 5% de probabilidade, pelo teste de Tukey.

482 AP (altura da planta), ACP (acamamento da planta), CF (ciclo de florescimento), CM (ciclo de maturação), CMP (comprimento médio de
483 panícula), PM (perfilhamento médio), PMG (peso de mil grãos), PROD (produtividade), RE (renda), RG (rendimento), PEEP (percentual de
484 espiguetas estéreis por planta), PEFP (percentual de espiguetas férteis por planta), * Valores transformados pela fórmula: arco seno

