

# CONTRIBUIÇÃO DA PESQUISA DE MELHORAMENTO GENÉTICO PARA ELEVAÇÃO DA PRODUTIVIDADE DA LAVOURA ARROZEIRA DO RIO GRANDE DO SUL

Francisco Pereira Moura Neto<sup>1</sup>, Sérgio Iraçu Gindri Lopes<sup>2</sup>, Ariano Martins de Magalhães Júnior<sup>3</sup>, Orlando Peixoto de Moraes<sup>4</sup>

Palavras-chave: rendimento de grãos, VCU, evolução de cultivares, ganho genético

## INTRODUÇÃO

O produtor orizícola do Rio Grande do Sul (RS) necessita da combinação de três fatores para alcançar alta produtividade na cultura do arroz irrigado: boas condições climáticas, manejo adequado e bom potencial genético das cultivares. Este último é definido já no momento da escolha da cultivar para plantio. Uma cultivar de genética superior que resulte em maiores produtividades tem sido alvo intenso da pesquisa que associada à práticas adequadas de manejo, também estabelecidas pela pesquisa, tem contribuído para que o orizicultor alcance boas safras. É notável a evolução genética das cultivares de arroz irrigado desenvolvidas pelos programas de melhoramento no sul do Brasil, contribuindo para que sejam alcançados novos recordes de produtividade a cada safra.

O Instituto Rio Grandense do Arroz (IRGA) e a Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa), agentes principais desse trabalho de pesquisa no estado do RS, através de seus programas de melhoramento genético, desenvolvem novas linhagens a cada safra buscando elevar a capacidade produtiva e competitividade da cultura do arroz nas diversas regiões orizícolas do Estado. Na etapa final do melhoramento genético são feitos os ensaios de rendimento de grãos para avaliação das linhagens elites. Estes ensaios tiveram denominações variadas ao longo dos anos, como Ensaio Avançado, Ensaio Regional ou Ensaio de Valor de Cultivo e Uso (VCU), mas buscam, sobretudo, identificar as linhagens com desempenho superior para as características avaliadas com vistas ao lançamento de novas cultivares comerciais. Nesse processo, as linhagens testadas representam os avanços em potencial produtivo, tipo de planta, qualidade de grão, entre outros caracteres, mostrando o progresso acumulado a cada safra.

Este trabalho visa quantificar a contribuição dos programas de melhoramento genético de arroz irrigado do IRGA e da Embrapa para o caráter rendimento de grãos no período de 1983 (safra 1982/83) a 2011 (safra 2010/11).

## MATERIAL E MÉTODOS

Para estimar o progresso no potencial de rendimento de grãos do arroz irrigado no RS foram coletados dados dos ensaios de rendimento finais dos programas de melhoramento do IRGA e da Embrapa, contemplando ensaios avançados, regionais ou de avaliação do valor de cultivo e uso (VCU) a partir da safra 1982/83 até 2010/11. Esses dados foram obtidos nas publicações feitas em anais das Reuniões da Cultura do Arroz Irrigado (RCAi), das Reuniões Nacionais da Pesquisa do Arroz (RENAPA) e dos Congressos Brasileiros de Arroz Irrigado (CBAi). Em alguns casos recorreu-se a relatórios anuais de pesquisa ou a cadernetas de campo de pesquisadores, quando os dados não tinham sido publicados.

Alguns dados não puderam ser incluídos por não conterem os registros suficientes

para o preenchimento da planilha padrão de entrada de dados dos ensaios, contendo: instituição responsável, ano e local de condução, nome do genótipo e duração do ciclo (da emergência à floração).

Para o estudo da evolução do rendimento de grãos separou-se os genótipos em dois grupos, de acordo com a duração do ciclo até a floração (precoce e médio). Foram considerados de ciclo precoce os genótipos com duração do período da emergência à floração menor do que 90 dias e, acima disso, de ciclo médio. Porém, essa definição sempre foi aferida pelo ciclo das testemunhas precoce e médio, presentes nos dados. Excluíram-se desse levantamento, genótipos com ciclo muito longo (maior do que 120 dias para a floração) por não serem adaptados ao uso no RS. Após a separação nos dois grupos de ciclo foram montadas as planilhas com dados de produtividade por genótipo, safra e local de realização dos ensaios.

A estimativa do progresso no rendimento de grãos no período de 1983 (safra 1982/83) a 2011 (safra 2010/11), para cada grupo de ciclo (precoce e médio) foi realizada por análise de regressão linear, onde os anos de origem dos resultados constituíram a variável independente e as médias de rendimento de grãos, a variável dependente. Para facilitar o entendimento dos parâmetros das equações de regressão foi considerado como "ano zero" o ano de 1983.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na planilha final foram inseridos dados de produtividade de 721 genótipos (412 de ciclo precoce e 309 de ciclo médio), contemplando 438 ensaios de campo, assim distribuídos por local de condução: Capão do Leão ou Pelotas (69), Cachoeirinha (64), Santa Vitória do Palmar (48), Uruguaiana (48), Cachoeira do Sul (44), Alegrete (39), Dom Pedrito (25), Agudo (16), Camaquã (14), Santa Maria (14), São Borja (10), Itaqui (10), Palmares do Sul (10), Rosário do Sul (8), Mostardas (6), Torres (4), Glorinha (4), Guaíba (2), Bagé (2) e São Vicente do Sul (1).

As médias anuais de rendimento de grãos calculadas conforme o número de locais de realização dos ensaios e grupo de ciclo (Tabela 1), serviram de base para o cálculo das equações de regressão linear que estimam a evolução dos programas de melhoramento para esse caráter. A maior quantidade de locais nos últimos anos reflete a melhor estruturação das Estações Experimentais e campos de avaliação no interior do RS.

A Figura 1 demonstra que houve progresso em produtividade de grãos para ambos grupos de genótipos (ciclo precoce e médio). O progresso calculado pelo ajuste das equações de regressão foi similar para os genótipos de ciclo precoce e médio. Comparativamente, as médias estimadas de rendimento de grãos no início do período estudado (ano de 1983), de 5,4, t ha<sup>-1</sup> para o ciclo precoce e 5,7 t ha<sup>-1</sup> para o ciclo médio, evoluíram respectivamente para 9,4 t ha<sup>-1</sup> e 9,3 t ha<sup>-1</sup> no final do período estudado. A taxa anual de crescimento da produtividade foi de 141,7 kg ha<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup> para as linhagens de ciclo precoce e 128,2 kg ha<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup> para as linhagens de ciclo médio. Com base no ajuste das equações de regressão, estimou-se, para o período do estudo, o incremento no rendimento de grãos de 2,6% ao ano para genótipos de ciclo precoce e de 2,2% ao ano para genótipos de ciclo médio.

Os resultados obtidos estão acima dos estimados em trabalhos de ganho genético para a cultura do arroz irrigado no RS. Em avaliação do programa de melhoramento do IRGA no Estado, Lopes et al. (2005) estimaram, para o período de 1961 a 2004, ganho de 1,54% ao ano (e de 0,8% ao ano, para período pós-lançamento da cultivar BR-IRGA 409, ou seja, de 1979 a 2004). Moura Neto et al., (2009) estimaram ganho de 0,94 % ao ano, no RS, para genótipos de ciclo precoce no período pós-lançamento da BR-IRGA 409 até o ano de 2008. A maior contribuição estimada no presente trabalho pode ser explicada pela metodologia distinta de origem dos dados que produziram os resultados. Vale ressaltar que o rendimento de grãos é a somatória dos efeitos do genótipo com o ambiente. Assim, experimentos que geraram dados para este trabalho, no período inicial, ou ponto de partida,

<sup>1</sup> MSc. Embrapa Arroz e Feijão, Cx. Postal 179, 75375-000 Santo Antônio de Goiás-GO, fpmn@cnpaf.embrapa.br

<sup>2</sup> Dr., Instituto Rio Grandense do Arroz, sergio-lobes@irga.rs.gov.br

<sup>3</sup> Dr., Embrapa Clima Temperado, ariano.martins@cpact.embrapa.br

<sup>4</sup> Dr., Embrapa Arroz e Feijão, peixoto@cnpaf.embrapa.br

tiveram a influência do manejo “ruim” da cultura na época, resultando em produtividade baixa, refletindo em maior evolução. No caso dos trabalhos citados, estes foram de experimentos de campo sob manejo mais atual, ou seja, genótipos do ponto de partida, mesmo que de genética inferior tiveram suas produtividades melhoradas pelo efeito do manejo melhor refletindo em menor evolução.

Tabela 1. Número de locais e médias de rendimento de grãos (kg ha<sup>-1</sup>) nos ensaios de linhagens elites dos programas de melhoramento do IRGA e da Embrapa no período de 1983 a 2011, para cada grupo de ciclo.

Ano	Nº. de Locais	Ciclo precoce	Ciclo médio
		Média	Média
1983	2	5426	5556
1984	2	5233	6025
1985	2	5288	5818
1986	2	6419	7172
1987	4	5657	5286
1988	7	6430	6862
1989	2	7101	6295
1990	2	5920	6020
1991	2	5047	5415
1992	5	7314	7560
1993	5	6806	6840
1994	7	6957	7183
1995	8	6347	6525
1996	8	7130	7825
1997	7	8405	8511
1998	8	6674	6783
1999	12	9179	9398
2000	6	9061	8848
2001	10	8650	7949
2002	13	9213	9196
2003	14	6738	6427
2004	13	8572	8953
2005	12	8664	8567
2006	13	9242	8996
2007	9	8643	8332
2008	12	8447	8457
2009	12	8926	8296
2010	11	8269	8191
2011	10	9540	9810

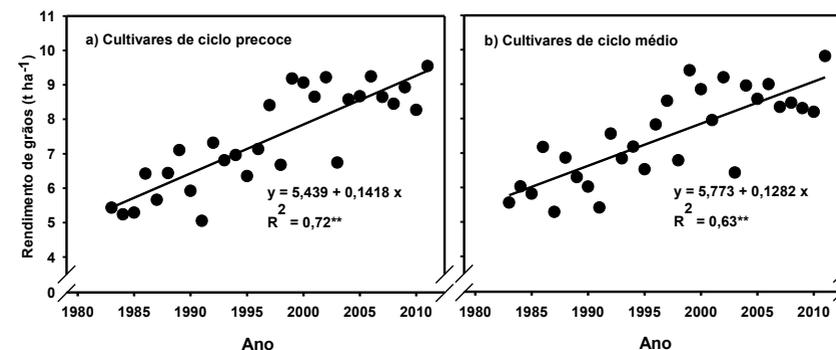


Figura 1. Evolução no rendimento de grãos de genótipos de arroz irrigado, ciclo precoce (a) e médio (b), dos programas de melhoramento genético do IRGA e da Embrapa no período de 1983 a 2011.

## CONCLUSÃO

A contribuição da pesquisa de melhoramento genético para elevação do potencial de produtividade do arroz irrigado no Rio Grande do Sul é estimada em 2,6% para genótipos de ciclo precoce e 2,2% ao ano, para genótipos de ciclo médio, com base nos dados dos ensaios avançados dos programas de melhoramento genético da Embrapa e do IRGA.

## AGRADECIMENTOS

Agradecemos à colaboração da bibliotecária Tania Maria Naha da Estação Experimental Arroz do IRGA em Cachoeirinha, no auxílio com as publicações pesquisadas.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- LOPES, S. I. G.; LOPES, M. C. B.; LIMA, A. L. et al. Avaliação do ganho genético do programa de melhoramento do IRGA no período de 1961 a 2004. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ARROZ IRRIGADO, 4.; REUNIÃO DA CULTURA DO ARROZ IRRIGADO, 26; 2005. *Anais...* Santa Maria: Orium, p.67-69, 2005. INSTITUTO RIO GRANDENSE DO ARROZ (IRGA).
- MOURA NETO, F. P.; MARCHESAN, E.; LOPES, S. I. G.; MAGALHÃES JÚNIOR, A. M. de. Ganho genético em potencial produtivo do arroz irrigado no Rio Grande do Sul, após o lançamento da cultivar BR-IRGA 409. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ARROZ IRRIGADO, 6.; *Anais...* Porto Alegre: Palloiti, 2009. SOCIEDADE SUL-BRASILEIRA DE ARROZ IRRIGADO (SOSBAI) CD-ROM.

# ANÁLISE MULTIVARIADA DA DIVERGÊNCIA GENÉTICA DE GENÓTIPOS DE ARROZ SOB ESTRESSE POR FRIO DURANTE A GERMINAÇÃO

Filipe Luis Sávio<sup>1</sup>; Fátima Bosetti<sup>2</sup>; Daniel Sarto Rochar<sup>3</sup>; Felipe Furlaneto de Sousa<sup>4</sup>; Helena Pescarin Chamma<sup>5</sup>; Ana Dionísia L. C. Novembre<sup>6</sup>; José Baldin Pinheiro<sup>7</sup>

Palavras-chave: Tocher, Métodos de agrupamento, *Oryza sativa* L. Tolerância ao frio

## INTRODUÇÃO

No Rio Grande do Sul, o plantio do arroz ocorre dos meses de Setembro a Dezembro, dependendo da região em que será cultivado. Sendo que para maioria dos materiais a época ideal de plantio compreende o início do mês de Outubro ao meio do mês de Novembro e neste período a temperatura média destas regiões fica em torno de 15°C (OLIVEIRA, 1997).

A faixa ideal de temperatura para a germinação de arroz situa-se entre 20° e 35°C, sendo a temperatura mínima tolerável de 10°C (CRUZ & MILACH, 2004), temperaturas inferiores a 20°C geram perdas na germinação e/ou atraso no início e consequentemente retardo da emergência das plantas.

O bom desempenho durante a germinação é importante para garantir o desenvolvimento inicial e um estande uniforme (KRISHNASAMY & SESHU, 1989). Uma vez que as práticas de manejo não podem minimizar o problema, o melhoramento genético para seleção de genótipos superiores para tolerância ao frio na fase de germinação pode contribuir para um melhor estabelecimento da cultura em semeaduras precoces.

Na busca por cultivares superiores, a utilização da variabilidade genética nos cruzamentos de grupos geneticamente divergentes representa uma importante estratégia para obter ganhos de seleção. A importância da diversidade genética para o melhoramento reside no fato de fornecer parâmetros para a identificação de genótipos superiores, uma vez que a escolha de genitores para formação de populações segregantes é uma das principais decisões que o melhorista precisa tomar (BERTAN et al., 2006).

Neste contexto, a utilização de técnicas multivariadas é uma opção viável para esta finalidade, uma vez que permite múltiplas combinações de informações dentro da unidade experimental (MOREIRA et al., 2009). Vários métodos multivariados podem ser usados na predição da diversidade genética. Entre essas técnicas, as mais empregadas são: a análise por componentes principais, a análise por variáveis canônicas e os métodos de agrupamento, cuja aplicação depende da utilização de uma medida de dissimilaridade previamente estimada (OLIVEIRA et al., 2003).

Diante da importância econômica que a cultura do arroz assume em âmbito regional e nacional, a avaliação da diversidade genética de populações, para o caráter tolerância à salinidade, permitirá o conhecimento das melhores combinações híbridas, viabilizando a obtenção de genótipos superiores nas gerações segregantes. Neste trabalho objetivou-se avaliar a divergência genética, quanto à tolerância ao frio, entre genótipos de arroz, através de técnicas multivariadas.

## MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido no Laboratório de Diversidade Genética e Melhoramento de Soja pertencente ao Departamento de Genética, na Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz (ESALQ-USP), localizado no município de Piracicaba-SP.

Foram utilizados 65 genótipos de arroz (*Oryza sativa* L.), sendo três deles padrões de tolerância (Quilla 66304, CT6748-8CA-17P e L-201) ao frio e os 62 restantes pertencentes ao banco de germoplasma de arroz da ESALQ-USP.

Sementes de todos os materiais foram colocadas para germinar em duas condições: 13 ° C por 28 dias (frio) e 28 ° C por sete dias (controle). Previamente as sementes foram esterilizadas com álcool 70% por 30 segundos e hipoclorito de sódio 5% durante 20 minutos, e lavadas seis vezes com água destilada estéril. As sementes foram colocadas em papel germitest contendo três camadas, umedecidas com água destilada. O experimento foi conduzido em um delineamento em blocos casualizados com três repetições.

Sendo coletados os seguintes dados: Comprimento total de parte aérea (CPA), comprimento total de radícula (CRA), Porcentagem de redução do comprimento de parte aérea (PREDCPA) e Porcentagem de redução do comprimento de radícula (PREDCRA). Estas duas últimas características foram avaliadas pela metodologia proposta por Cruz e Milach (2004).

As medidas de dissimilaridade foram determinadas segundo o modelo de análise multivariada, permitindo a obtenção das matrizes de dissimilaridade, de covariância residual e das médias dos genótipos. Foi aplicado o método de agrupamento de otimização de Tocher (CRUZ; CARNEIRO, 2003), utilizando a distância generalizada de Mahalanobis (D2) como medida de dissimilaridade. Utilizou-se, também, o critério de Singh (1981) para quantificar a contribuição relativa dessas características para a divergência genética. As análises foram realizadas utilizando o programa computacional Genes, versão 2007 (CRUZ, 2007).

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Ao proceder a análise de variância verificou-se variabilidade genética para todos os caracteres avaliados, no entanto para este trabalho abordaremos somente os parâmetros multivariados analisados.

As medidas de dissimilaridade genética, estimadas a partir da distância de Mahalanobis (D2), apresentaram uma magnitude de 0,07911 a 453,6536, indicando a presença de ampla variabilidade genética para tolerância ao frio entre os genótipos estudados.

A combinação entre Toukyo Hirayama e CT6748-8CA-17P foi a mais divergente (D2 = 453,6536), seguida pela combinação entre CT6748-8CA-17P e Nourin Mochi 4 (D2 = 432,862), enquanto a menor distância foi obtida entre os genótipos Mogami Uruchi 1 e Mikuni No Homare (D2 = 0,07911), seguida pelo par Shiro Hige e Col/Tokushima/1967 (D2 = 0,4456). É interessante salientar que entre as maiores distâncias encontradas, o genótipo CT6748-8CA-17P esteve presente em praticamente todas as combinações, mostrando-se um genótipo bastante divergente dos demais.

A técnica multivariada de quantificação da distância de Mahalanobis (D2) permite quantificar a importância relativa de caracteres para a diversidade genética por meio da avaliação da contribuição destes para os valores de D2.

O parâmetro morfológico que apresentou a maior variação, por conseguinte, aquele que apresentou maior contribuição para a divergência entre os genótipos foi o comprimento de parte aérea durante a germinação sob regime de frio, o qual contribuiu com 28,60% para divergência total, enquanto que as variáveis relacionadas com o comprimento do sistema radicular contribuíram juntas com 10,17% (Tabela 01). Assim, entre as características estudadas, esta foi a mais eficiente para explicar a dissimilaridade entre os genótipos, devendo ser priorizadas em estudos de dissimilaridade cujo objetivo seja verificar a tolerância de genótipos de arroz submetidos ao frio.

<sup>1</sup>Doutorando em Genética e Melhoramento de Plantas, ESALQ-USP, Av. Pádua Dias,11 Piracicaba-SP [filipe.savio@usp.br](mailto:filipe.savio@usp.br)

<sup>2</sup>Doutoranda em Genética e Melhoramento de Plantas, Escola Superior de agricultura Luiz de Queiroz,

<sup>3</sup>Engenheiro Agrônomo, Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz [sarto.rocha@gmail.com](mailto:sarto.rocha@gmail.com).

<sup>4</sup>Graduando em Tecnologia de Biocombustíveis, FATEC, [felipebiofuels@gmail.com](mailto:felipebiofuels@gmail.com)

<sup>5</sup>Técnica do Laboratório de sementes, Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz [hmcpcnam@esalq.usp.br](mailto:hmcpcnam@esalq.usp.br)

<sup>6</sup>Professora Doutora, Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, [adlenove@esalq.usp.br](mailto:adlenove@esalq.usp.br)

<sup>7</sup>Professor Doutor, Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, [baldin@esalq.usp.br](mailto:baldin@esalq.usp.br)

*Tabela 01. Contribuição Relativa dos caracteres para divergência.*

VARIÁVEL	S <sub>j</sub>	VALOR (%)
PRECPA	20513,757082	15,9957
PRECPA	29646,400134	23,1169
CPANORMAL	28366,787394	22,1192
CRANORMAL	6783,334767	5,2893
CPAFRIO	36676,630933	28,5988
CRAFRIO	6258,39579	4,88

A análise de agrupamento pelo método de Tocher, baseada na matriz de Mahalanobis, separou os 65 genótipos em sete grupos distintos (Tabela 02). A formação desses grupos representa uma valiosa informação na escolha de genitores dentro de um programa de melhoramento, pois, segundo Bertan et al. (2006), as novas combinações híbridas a serem estabelecidas devem ser embasadas na magnitude de suas dissimilaridades.

O grupo 1 abrangeu 33 genótipos, dentre os quais os genótipos que apresentaram as menores dissimilaridades encontradas na matriz de Mahalanobis. Estes genótipos apresentaram comportamento semelhante para as variáveis de redução do comprimento de parte aérea e raiz.

De acordo com Cruz e Regazzi (2004), deve-se evitar a escolha de indivíduos de mesmo padrão de dissimilaridade nos cruzamentos, de modo a não restringir a variabilidade genética e, assim, evitar reflexos negativos nos ganhos a serem obtidos pela seleção. Desta forma, o cruzamento entre os genótipos Quilla 66304 e CT6748-8CA-17P seria o menos indicado para obtenção de genótipos tolerantes ao frio, pois se sabe que, as melhores combinações híbridas a serem testadas em um programa de melhoramento devem envolver parentais tanto divergentes como de elevado desempenho médio.

Dezoito genótipos formaram o segundo grupo e apresentaram dissimilaridade média de D2 = 26,12. Nestes genótipos são observadas algumas das melhores repostas para o desempenho relativo referente aos caracteres de tolerância ao frio, indicando serem os mais tolerantes ao frio.

De acordo com o desempenho relativo frente ao estresse, os genótipos Kozo e Col/Ooita/1964 apresentaram os melhores resultados, sendo, portanto, os mais tolerantes ao frio na temperatura de 13°C e, desta forma, os mais indicados para obtenção de êxitos em cruzamentos que visem esse caráter. Por outro lado, Chousen apresentou as maiores reduções para os caracteres estudados, mostrando-se um genótipo sensível ao frio. Assim, seria o menos indicado para combinações híbridas, uma vez que a escolha dos genótipos para novos cruzamentos devem ser baseadas também no seu potencial agrônômico.

No terceiro grupo estão Kyuushuu e Nourin Mochi 1, com dissimilaridade média de D2 = 14,85. No quarto e quinto grupos ficaram as testemunhas tolerantes (Quilla 66304, CT6748-8CA-17P e L-201), finalizando com dois grupos formados pelos dois genótipos de menor performance (Chousen).

*Tabela 02. Padrão original de agrupamento pelo Método de Tocher - Distância Mahalanobis*

Grupos	Indivíduos
01	30 50 6 35 49 32 20 34 38 2 63 39 53 58 12 40 59 64 21 56 61 37 41 15 33 22 62 48 54 29 28 60 47 65 57 45 55 10 25 46
02	3 17 4 7 8 42 43 51 27 14 19 26 11 13 16 1 9 18
03	23 31
04	24 52
05	5
06	44
07	36

Como se pode observar, o método de agrupamento de Tocher, aqui utilizado, foi eficiente em discriminar as cultivares quanto à diversidade para tolerância ao frio, de forma que a cultivar mais tolerante (Quilla 66304) e a mais sensível (Chousen) tiveram elevada divergência D2=187,52.

Assim como neste trabalho, inúmeros outros, com diferentes espécies, têm comprovado que a análise da divergência genética através de procedimentos multivariados, como a distância generalizada de Mahalanobis e o método de agrupamento de otimização de Tocher, concordantes entre si, é eficiente na discriminação de genótipos. Ao avaliar a

divergência genética entre acessos de Capsicum spp., Faria (2009) confirmou a eficiência de análises multivariadas na caracterização da variabilidade genética no estudo de germoplasma. Coimbra et al. (2010) realizaram a caracterização e divergência genética de populações de milho do Sudeste de Minas Gerais e Bertini et al. (2010), estudando a divergência genética entre genótipos de coentro, também obtiveram sucesso ao utilizar variáveis multicategóricas na discriminação de genótipos, bem como Campos et al. (2010) ao quantificar a divergência genética entre acessos de mandioca. Estas evidências experimentais comprovam que as análises multivariadas são eficientes para discriminar os indivíduos, geneticamente, permitindo agrupá-los de tal forma que exista homogeneidade dentro do grupo e heterogeneidade entre grupos.

## CONCLUSÃO

Os métodos de cálculo da matriz de dissimilaridade pela técnica de Mahalanobis e a otimização de Tocher são concordantes entre si, seguindo a mesma tendência de agrupamento dos genótipos. As características comprimento de parte aérea, porcentagem de redução de parte aérea e porcentagem de redução comprimento de raiz são as que mais contribuem para dissimilaridade genética, existindo variabilidade para tolerância ao frio entre os 65 genótipos de arroz testados. Os genótipos Quilla 66304, CT6748-8CA-17PE, Kozo e Col/Ooita/1964 são os mais promissores para cruzamentos e obtenção de progênies superiores quanto à tolerância ao frio, enquanto o genótipo Chousen é o menos indicado por apresentar sensibilidade ao frio.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BERTAN I, CARVALHO FIF, OLIVEIRA AC, SILVA JAG, BENIN G, VIEIRA EA, SILVA GO, HARTWIG I, VALÉRIO IP and FINATTO T Dissimilaridade genética entre genótipos de trigo avaliados em cultivo hidropônico sob estresse por alumínio. *Bragantia* 65:55-63,2006.
- BERTINI, C. H.de M.; PINHEIRO, E.A.R.; NOBREGA, G. N. and DUARTE, J. M. de L. Desempenho agrônômico e divergência genética de genótipos de coentro. *Rev. Ciênc. Agron.* 2010, vol.41, n.3, pp. 409-416.
- CAMPOS, A. L., ZACARIAS, A.J., COSTA, D.L., NEVES, L.G., BARELLI, M.A.A., SOBRINHO, S.P., LUZ, P.B. Avaliação de acessos de mandioca do banco de germoplasma da UNEMAT Cáceres - Mato Grosso. *Revista Trópica - Ciências Agrárias e Biológicas*, v. 04, n. 02, p. 44-54, 2010.
- COIMBRA, R. R., MIRANDA, G.V., CRUZ, C.D., MELO, A.V., ECKERT, F.R. Caracterização e divergência genética de populações de milho resgatadas do Sudeste de Minas Gerais. *Revista Ciência Agrônômica*, v. 41, n. 01, p. 159-166, 2010
- CRUZ RP da & MILACH SCK Cold tolerance at the germination stage of rice: Methods of evaluation and characterization of genotypes. *Scientia Agricola* 61:1-8, 2004.
- CRUZ, C. D.; CARNEIRO, P. C. S. Modelos Biométricos Aplicados ao Melhoramento Genético. Viçosa: Editora UFV, 2003. 585 p.
- CRUZ, C. D. Programa Genes: Aplicativo computacional em genética e estatística. Versão Windows - 2007, Viçosa, UFV.
- KRISHNASAMY, V.; SESHU, D.V. Seed germination rate and associated characters in rice. *Crop Science*, v.29, p.904-908, 1989.
- MOREIRA, R. M. P., FERREIRA, J.M., TAKAHASHI, L.S.A., VASCONCELOS, M.E.C., GEUS, L.C., BOTTI, L. Potencial agrônômico e divergência genética entre genótipos de feijão-vagem de crescimento determinado. *Semina: Ciências Agrárias*, v. 30, suplemento 1, p. 1051-1060, 2009.
- OLIVEIRA FJ, ANUNCIACÃO FILHO CJ, BASTOS GQ and REIS OV Divergência genética entre cultivares de caupi. *Pesquisa agropecuária brasileira* 38: 605-611, 2003.
- OLIVEIRA, H.T. de. Climatologia das temperaturas mínimas e probabilidade de ocorrência de geada no Estado do Rio Grande do Sul. Porto Alegre: UFRGS, 1997. 81p. (Dissertação - Mestrado).
- SINGH, D. The relative importance of characters affecting genetic divergence. *The Indian Journal of Genetic and Plant Breeding*, v. 36, p. 237-245, 1981.