

ALOGAMIA EM ARROZ (*Oryza sativa* L.) E RELAÇÃO COM CARACTERÍSTICAS AGRONÔMICAS¹

Péricles de Carvalho Ferreira Neves² e Elcio Perpétuo Guimarães²

ABSTRACT

RICE (*Oryza sativa* L.) ALLOGAMY AND RELATIONSHIP WITH AGRONOMIC TRAITS

Hybrid rice seed production, following the Chinese technique, requires a great amount of hand labor and is expensive. Alternatives to increase the outcrossing rate may help to reduce cost. Embrapa Rice and Beans' hybrid rice breeding program transferred allogamic traits (anther and stigma lengths) from *Oryza longistaminata* A. Chev. to the cultivated species *Oryza sativa* L. The objective of this study was to correlate allogamic and agronomic characters. *O. longistaminata* was crossed to *O. sativa* and then backcrossed twice to the cultivated line. Twenty five F_{3,6}-derived lines were produced and correlation studies between allogamic (stigma, anther, and spikelet length) and agronomic traits (panicle length, sterility, shattering, awn length, plant height, tiller per plant, and panicle exertion) were performed. The experimental design was a randomized complete block with four replications. The trials were sown in two environments within the Embrapa Rice and Beans' experimental station. In general, there were poor genotypic and phenotypic correlations between allogamic and agronomic traits. Highly significant associations were found between stigma and anther length, stigma and awn length, anther and awn length, and panicle length and plant height.

KEY WORDS: *Oryza longistaminata*, outcrossing rate, hybrid rice, seed production.

RESUMO

A produção de sementes híbridas de arroz, utilizando a técnica chinesa, requer uma grande quantidade de mão-de-obra e é cara. Alternativas para aumentar a taxa de polinização cruzada podem ajudar a reduzir tal custo. A Embrapa Arroz e Feijão desenvolve um projeto de produção de híbridos através da transferência de caracteres alogâmicos (comprimento de estigma e antera) da *Oryza longistaminata* A. Chev. para a cultivada *Oryza sativa* L. O objetivo deste estudo foi determinar as correlações genética e fenotípica entre esses caracteres e os agronômicos. *O. longistaminata* foi cruzada com a *O. sativa* e retrocruzada duas vezes para a cultivada. Foram obtidas 25 linhagens F_{3,6} e estudadas as correlações entre os caracteres alogâmicos (comprimento de estigma, antera e espiguetas) e os agronômicos (comprimento de estigma, antera, espiguetas, arista e panícula, esterilidade, degranagem, altura de planta, perfilhos por planta, e exsertão de panícula). O desenho experimental utilizado foi o de blocos ao acaso com quatro repetições. Os ensaios foram conduzidos em dois locais dentro da área experimental da Embrapa Arroz e Feijão. Em geral, foram observadas pequenas correlações genética e fenotípica entre caracteres alogâmicos e agronômicos. Elevada e significativa associação foi observada entre o comprimento de estigma e o de anteras, o comprimento de estigma e o de arista, o comprimento de antera e o de arista, e o comprimento de panícula e a altura de planta.

PALAVRAS-CHAVE: *Oryza longistaminata*, taxa de autopolinização, arroz híbrido, produção de sementes.

INTRODUÇÃO

A heterose em arroz foi relatada por primeira vez em 1926, através do trabalho publicado por Jones (1926), entretanto, sua exploração comercial somente ocorreu 50 anos depois na China, ocasião em que

foram plantados os primeiros hectares (Anonymous 1977). A vantagem produtiva do híbrido de arroz, em cultivos comerciais, foi mostrada por Lin & Yuan (1980), que obtiveram rendimentos entre 20 e 30% superiores às variedades cultivadas não híbridas. A técnica usada para desenvolver híbridos de arroz foi

1. Entregue para publicação em maio de 2000.

2. Embrapa Arroz e Feijão, Caixa Postal 179, CEP 75375-000. Santo Antônio de Goiás, GO. E-mail: pericles@cnpaf.embrapa.br e E-mail: guimara@cnpaf.embrapa.br, respectivamente.

descrita por Lin & Yuan (1980). Nessa descrição indicaram que, para tal, é necessária a existência de três tipos de linhagens, a saber: uma com a macho esterilidade genético-citoplasmática (linhagem A), outra com a capacidade de manter essa esterilidade (linhagem B) e uma terceira com a capacidade de restaurar a fertilidade dessa linhagem macho-estéril (linhagem R).

A metodologia chinesa de produção de sementes de arroz híbrido dificilmente poderia ser utilizada em países como o Brasil, sem que fossem feitas grandes adaptações, visto que ela requer um intenso uso de mão-de-obra para as operações. Segundo Virmani & Sharma (1993), estas operações são: transplante das linhagens, ajuste nas datas de floração, corte das folhas bandeira, aplicação do ácido giberélico e para a polinização suplementar. Em geral, a quantidade de sementes híbridas produzidas por hectare é baixa, entre 1,0 e 1,5 toneladas (Virmani 1994), o que faz com que o preço comercial das sementes seja muito alto.

A estratégia do projeto de desenvolvimento de arroz híbrido da Embrapa Arroz e Feijão, Santo Antonio de Goiás, Brasil, está baseada em que, embora o arroz seja uma espécie autógama e que sua estrutura floral tenha se desenvolvido sobre essa pressão de seleção, é possível modificá-la com o objetivo de favorecer a polinização cruzada, o que de certo modo contribuiria para minimizar os gastos de mão-de-obra requeridos na etapa de produção de sementes.

Taillebois & Guimarães (1988) mostraram que a estrutura floral do arroz possui um papel importante na taxa de polinização cruzada, portanto a alogamia poderia ser aumentada através de uma mudança no tamanho e na exserção dos estigmas e anteras, bem como no comprimento das espiguetas. Rosso (1993) mencionou que os estigmas grandes são duas vezes mais viáveis que os de tamanho normal, portanto essa mudança na estrutura aumenta as oportunidades para os grãos de pólen de outras plantas polinizarem as flores do arroz. Estudos descritos na literatura indicaram que a variabilidade genética e a herdabilidade para esses caracteres florais são altas, o que viabiliza a obtenção de características alogâmicas através da seleção (Virmani & Athwal 1973 e 1974, Virmani *et al.* 1980, Sarkar & Miah 1983, Rencui *et al.* 1986). Virmani & Athwal (1974) observaram correlações positivas entre os caracteres florais comprimento e porcentagem de exserção de estigma.

Em 1984, a Embrapa Arroz e Feijão e o Institut de Recherches Agronomiques Tropicales et des Cultures Vivrieres (IRAT), hoje Centre de Coopération

Interationale em Recherche Agronomique pour l'ê Développement (CIRAD), iniciaram um programa de pesquisa colaborativo para desenvolver híbridos de arroz utilizando a introdução de características alogâmicas da espécie silvestre *O. longistaminata* A. Chev. na cultivada *O. sativa* L. com o objetivo de incrementar a taxa de polinização cruzada na espécie *O. sativa* (Taillebois & Guimarães 1988).

O objetivo deste trabalho é estimar as correlações genética e fenotípica entre as características alogâmicas e agrônômicas nas linhagens de arroz criadas no projeto brasileiro de desenvolvimento de híbridos.

MATERIAL E MÉTODOS

O material genético utilizado neste estudo é originário do projeto de desenvolvimento de arroz híbrido da Embrapa Arroz e Feijão. Os primeiros cruzamentos envolveram a variedade IRAT 13 (*O. sativa*) e um acesso de *O. longistaminata* e foram realizados utilizando a técnica de cultura de tecidos (Taillebois 1983). As plantas F_1 foram retrocruzadas com a IRAT 13, e uma planta F_2 , selecionada por apresentar características alogâmicas (anteras e estigmas longos), foi cruzada com a variedade IRAT 313, da espécie *O. sativa*, proporcionando o segundo retrocruzamento para a *O. sativa*. Os materiais utilizados foram linhagens derivadas de F_3 provenientes do segundo retrocruzamento para *O. sativa*. As 25 linhagens $F_{3;6}$ avaliadas neste estudo foram obtidas através da autofecundação de uma planta F_1 com características alogâmicas que se originou do segundo retrocruzamento; 21 plantas F_2 foram escolhidas, da F_3 foram colhidas 25 plantas ao acaso e avançadas até F_6 através de autofecundações sucessivas sem seleção.

Segundo Taillebois (1983), responsável pelo desenvolvimento das linhagens alogâmicas utilizadas neste estudo, as características de alogamia de *O. longistaminata* foram transferidas com sucesso para as 25 linhagens $F_{3;6}$. Para a realização deste trabalho as 25 linhagens foram plantadas utilizando-se o desenho experimental de blocos ao acaso com quatro repetições. Para a instalação dos ensaios foram escolhidas duas áreas com características similares dentro da área experimental da Embrapa Arroz e Feijão referidas neste trabalho como locais A e B. Foram feitas análises de solo e ambos os locais apresentaram resultados similares, recebendo ambos, portanto, o mesmo nível de fertilização 15-90-45 kg/ha de N, P_2O_5 e K_2O , respectivamente. A adubação de cober-

tura foi realizada aos 40 dias após a germinação com 20 kg/ha de N. O controle de plantas daninhas foi manual e as doenças e pragas controladas quimicamente. Cada parcela foi composta por um sulco de 1,0 m com 10 plantas, e os sulcos foram espaçados de 0,5 m. Ambos os ensaios foram plantados e trabalhados em condições de sequeiro, sendo que a irrigação suplementar foi usada somente para evitar estresse de seca.

As características alogâmicas e agronômicas avaliadas foram comprimento de estigma, antera, espiguetas, arista e panícula, esterilidade, degrane, altura de planta, perfilhos por planta e exserção de panícula.

Antes da floração foram coletadas, ao acaso, duas panículas de cada parcela. Para evitar dissecação do material, as panículas foram colocadas em sacos plásticos com água e armazenados em uma caixa de isopor a uma temperatura de cerca de 0 °C. As medidas foram realizadas em dez espiguetas por panícula, das quais foram coletadas uma antera e um estigma. Foram, portanto, avaliadas 20 anteras, estigmas e espiguetas de cada parcela. Cada um desses materiais foi separado e colado em uma folha plástica transparente. A medida de comprimento foi realizada sobre a imagem projetada em uma tela, utilizando-se um projetor de transparências. A escala foi incluída na projeção, permitindo estabelecer uma correlação entre o tamanho da imagem e o tamanho real.

As seguintes características foram avaliadas no momento da floração: esterilidade de espiguetas calculada com base no número de espiguetas férteis e estéreis em cinco plantas, e o resultado expresso em porcentagem; grau de degrane foi coletado usando uma escala de 1 a 3, onde 1 significa baixo, 2 intermediário e 3 alto de degrane; comprimento de arista medido em cinco plantas usando três panículas por planta, a escala foi 0 (ausência), 1 (0,1 a 1,0 cm), 2 (1,1 a 2,0 cm) e 3 (2,1 a 3,0 cm); altura de plantas foi medida da superfície do solo a extremidade da panícula mais alta, em dez plantas tomadas ao acaso em cada parcela; número de perfilhos por planta contados em todas as plantas de cada parcela; e exserção de panícula foi avaliada no perfilho principal de cada planta através da medida da distância entre a base da panícula e a base da folha bandeira (panículas sem exserção produzem valores negativos).

A análise estatística baseou-se no comportamento médio de vinte amostras por parcela e nas características de cada linhagem $F_{3,6}$. Os parâmetros e a esperança do quadrado médio foram estimados através do procedimento GLM do pacote estatístico SAS

(SAS Institute 1982) para dados não balanceados. O coeficiente de herdabilidade no sentido amplo foi estimado pelas análises de variância e co-variância. As correlações fenotípicas, genotípicas e ambientais também foram calculadas.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A Tabela 1 mostra que as plantas cresceram mais, produziram mais perfilhos, apresentaram maiores exserção de panícula e menos esterilidade na localidade A. Nesse local a variação também foi menor para quase todas as características, o que provavelmente indica que o ambiente A foi ligeiramente mais favorecido que o B. As duas características florais e agronômicas com os maiores e menores valores foram comprimento de estigma e exserção de panícula, respectivamente. As médias dos locais foram significativamente diferentes para quase todas os caracteres de um local para o outro (Tabela 2).

Como mencionado, a produção de sementes híbridas é uma limitação para a disseminação do uso da tecnologia. Observando-se a variação para as características florais nessas populações, julgamos possível usá-las como alternativa para superar essa limitação. Mesmo sendo as condições ambientais usadas neste estudo diferentes daquelas relatadas na literatura, estes materiais têm características alogâmicas (Taillebois 1983) e suas comparações permitem indicar o potencial desse germoplasma.

Os valores de comprimento de estigma das linhagens com características alogâmicas foram superiores àqueles observados por Virmani *et al.* (1980) e também superior ao valor máximo obtido por Sarkar & Miah (1983). Além disso, foi observada uma grande variação para tamanho de estigma entre as linhagens desde 1,05 até 1,97 mm (Tabela 1), o que permite um trabalho de seleção. O comprimento das anteras também apresentou uma ampla variação. A média geral foi de 2,62 mm, que é 0,48 mm maior que aquela obtida por Virmani *et al.* (1980). Cabe ressaltar que foi observada uma linhagem com comprimento de antera de 3,36 mm (Tabela 1).

Os dados para comprimento de espiguetas variaram menos e apresentaram um desvio-padrão entre tratamentos de 0,5 mm (6,8% da média geral). A seleção, portanto, para essa característica floral parece ser mais difícil, e a expectativa de progresso menor, quando comparada aos comprimentos de estigma e de antera.

Tabela 1. Médias e desvio-padrão por localidade e agrupados, espectro de variação e coeficiente de herdabilidade no sentido amplo para as características agrônômicas e alogâmicas das 25 linhagens F_{3,6} obtidas de dois retrocruzamentos entre *Oryza sativa* e *Oryza longistaminata*. Embrapa Arroz e Feijão, GO. 2000.

Caráter	Local A	Local B	Média geral	Espectro de variação	Herdabilidade
Comprimento de estigma (mm)	0,43 + 0,18	1,63 + 0,16	1,53 + 0,27	1,05 - 1,97	0,92
Comprimento de antera (mm)	2,59 + 0,15	2,64 + 0,21	2,62 + 0,33	2,06 - 3,36	0,94
Comprimento de espigueta (mm)	7,60 + 0,32	7,17 + 0,49	7,39 + 0,50	6,59 - 8,40	0,92
Comprimento de panícula (cm)	21,90 + 1,70	16,30 + 2,50	19,10 + 2,80	11,80 - 24,50	0,64
Esterilidade (%)	24,20 + 7,50	34,00 + 7,50	29,10 + 6,50	19,60 - 45,20	0,56
Degrane ¹	2,23 + 0,52	2,06 + 0,61	2,15 + 0,59	1,00 - 3,00	0,88
Comprimento de arista ²	0,94 + 0,42	1,04 + 0,38	0,99 + 1,01	0,00 - 3,00	0,98
Altura de planta (cm)	93,70 + 7,07	77,50 + 7,70	85,60 + 9,90	5,30 - 100,40	0,86
Perfilhos por planta (n.º)	4,71 + 1,16	4,65 + 1,18	4,68 + 1,04	3,06 - 6,81	0,38
Exserção de panícula (cm)	0,34 + 1,36	- 2,24 + 1,85	- 0,95 + 9,80	- 6,08 - 5,46	0,89

1. Escala de 1 a 3; onde 1 significa baixo e 3 alto grau de degrane.

2. Escala de 0 a 3; onde 0 significa panícula sem arista; 1 arista com tamanho entre 0 e 1,0 cm; 2 entre 1,1 e 2,0 cm; 3 entre 2,1 e 3,0 cm.

Tabela 2. Análises de variância de dez características das 25 linhagens F_{3,6} originárias do cruzamento entre *Oryza sativa* e *O. longistaminata*. Embrapa Arroz e Feijão, GO. 2000.

Fonte	Quadro médio										
	g.l. ¹	Comp. ² de estigma	Comp. de antera	Comp. de espigueta	Comp. de panícula	Esterilidade	Degrane	Comp. de arista	Altura de planta	Perfilhos por planta	Exserção de panícula
Local (L)	1	1,66**	0,04	9,77**	1374,03**	3564,64**	0,82	0,42	12821,00**	0,43	316,96**
Repetição/L	6	0,05	0,14	0,39	56,34	260,65	0,27	0,40	820,13	13,08	4,24
Linhagem	24	0,54**	0,80**	2,02**	44,32**	197,13**	2,54**	7,60**	702,83**	7,28**	61,15**
L x Linhagem	23	0,05*	0,05	0,15	16,46**	90,25*	0,28	0,19	102,64*	4,58**	7,12**
Erro	131	0,03	0,03	0,17	4,52	55,70	0,32	0,16	54,54	1,37	2,62
C.V.(%)	-	10,90	7,10	5,60	11,20	25,60	26,40	39,90	8,60	24,80	167,00

1. g.l. = graus de liberdade.

2. Comp. = comprimento

*, ** Níveis significantes de probabilidade 0,05 e 0,01, respectivamente.

O comprimento de panícula, a altura de planta e o número de perfilhos por planta apresentaram valores similares àqueles normalmente observados para o arroz de sequeiro (Chang *et al.* 1972, Balakrishna Rao *et al.* 1973, Pinheiro *et al.* 1985). A esterilidade foi maior que a normal, o que, de certa maneira, poderia ser esperado porque as linhagens são originárias de cruzamentos interespecíficos. Durante o processo de retrocruzamento para obtenção das linhagens, a esterilidade diminuiu com o aumento dos caracteres agrônômicos de *O. sativa*, sendo, portanto, possível encontrar valores de esterilidade variando de 19,6 a 45,2% entre as linhagens (Tabela 1). A esterilidade não deve ser um grande problema para essas linhagens porque elas serão utilizadas para transferir os caracteres alogâmicos para outras linhagens. Conseqüentemente, espera-se que o nível de esterilidade diminua porque as características de *O. sativa* serão

aumentadas e também porque a pressão de seleção contra ela aumentará nas gerações seguintes.

As características da espécie silvestre, tais como alto degrane e aristas grandes, permaneceram nestas linhagens porque não houve pressão de seleção contra elas. Os genitores usados nos cruzamentos não apresentam nenhum problema relativo à exserção de panícula quando são plantados sobre condições normais de cultivo. Isso está indicando que os resultados observados na Tabela 1 não eram esperados e não podem ser facilmente explicados, porque não foram incluídas testemunhas; talvez esse resultado seja conseqüência do pouco desenvolvimento das plantas no local B, onde a exserção apresentou valores negativos.

Os coeficientes de herdabilidade mostrados na Tabela 1 foram similares àqueles observados por Virmani & Athwal (1973). Altas herdabilidades indi-

cam que o progresso genético pode ser obtido para esses caracteres alogâmicos utilizando-se a seleção massal ou o método genealógico em gerações precoces. Contudo, serão encontradas limitações para comprimento de espiguetas uma vez que o desvio-padrão é muito baixo, indicando uma limitada variabilidade. O comprimento de panícula e a esterilidade apresentaram valores de herdabilidade intermediários, já para perfilhos por planta esse valor foi baixo, indicando que avaliações cuidadosas e um bom controle ambiental são necessários para o sucesso da seleção para esses caracteres.

Existem diferenças altamente significativas entre locais para duas características florais (comprimento de estigma e de espiguetas) e para quatro caracteres agronômicos (comprimento de panícula, esterilidade, altura de planta e exserção de panícula), como mostrado na Tabela 2. Comprimento de antera e de arista, degrane e perfilhos por planta não foram afetados pela localidade. Diferenças entre linhagens foram altamente significativas para todas as caracte-

terísticas. A interação linhagem por localidade não foi significativa para comprimento de antera, de espiguetas, de arista e de degrane. Em geral, o coeficiente de variação para todas as características manteve-se em um nível aceitável, exceto para comprimento de arista e exserção de panícula (Tabela 2). Os resultados da análise de variância indicam que atenção deve ser dada a um cuidadoso controle das condições ambientais quando se estiver trabalhando com esses caracteres.

Em geral, características alogâmicas (comprimento de estigma, antera e espiguetas) e agronômicas estiveram pobremente correlacionadas genotípica e fenotipicamente (Tabela 3). Todavia, foram observadas algumas exceções: o comprimento de estigma apresentou correlações fenotípica e genotípica altamente significativas com o comprimento de arista e com a exserção de panícula; e o comprimento de antera correlacionou-se significativamente com o degrane e com o comprimento de arista.

Tabela 3. Correlações fenotípica (F), genotípica (G) e ambiental (A) para as características alogâmicas e agronômicas avaliadas entre *Oryza sativa* e *O. longistaminata*. Embrapa Arroz e Feijão, GO. 2000.

		Comp. de antera	Comp. de espiguetas	Comp. de panícula	Esterilidade	Degrane	Comp. de arista	Altura de planta	Perfilhos por planta	Exserção de panícula
Comp. de estigma	F	0,51**	0,14	0,03	0,29	0,26	0,55**	0,15	0,02	-0,47*
	G	0,55**	0,16	0,09	0,39	0,32	0,59**	0,21	0,19	-0,51**
	A	0,30**	0,16*	0,23**	-0,04	0,01	0,15	0,03	-0,03	-0,11
Comp. de antera	F	-	-0,01	0,19	0,13	0,49*	0,58**	0,29	0,23	-0,33
	G	-	-0,03	0,20	0,12	0,52**	0,61**	0,28	0,04	-0,39
	A	-	0,20*	0,12	-0,01	0,01	0,13	0,29	-0,05	0,03
Comp. de espiguetas	F	-	-	-0,13	0,50*	-0,10	0,16	0,03	0,23	-0,27
	G	-	-	-0,30	0,68*	-0,11	0,16	0,01	0,31	-0,29
	A	-	-	0,38**	-1,14	0,04	-0,05	0,21*	0,09	0,13
Comp. de panícula	F	-	-	-	-0,16	0,08	0,02	0,58**	-0,27	-0,03
	G	-	-	-	-0,37	0,03	0,03	0,61**	-0,76**	-0,03
	A	-	-	-	-0,17	0,18*	0,02	0,47**	0,17	0,17
Esterilidade	F	-	-	-	-	-0,12	0,39	-0,11	-0,09	-0,40*
	G	-	-	-	-	-0,25	0,47	-0,16	-0,07	-0,51**
	A	-	-	-	-	-0,14	0,12	-0,22*	-0,11	-0,19
Degrane	F	-	-	-	-	-	0,40*	-0,06	-0,08	-0,02
	G	-	-	-	-	-	0,43*	-0,16	-0,09	-0,04
	A	-	-	-	-	-	-0,15	0,09	0,03	0,11
Comp. de arista	F	-	-	-	-	-	-	-0,16	-0,43*	-0,40*
	G	-	-	-	-	-	-	-0,16	-0,46*	-0,42*
	A	-	-	-	-	-	-	0,10	-0,16	-0,01
Altura de planta	F	-	-	-	-	-	-	-	0,10	0,08
	G	-	-	-	-	-	-	-	0,02	0,05
	A	-	-	-	-	-	-	-	0,27**	0,44**
Perfilhos por planta	F	-	-	-	-	-	-	-	-	0,01
	G	-	-	-	-	-	-	-	-	0,09
	A	-	-	-	-	-	-	-	-	0,04

* = P < 0,05 e ** = P < 0,01

Para o desenvolvimento do arroz híbrido é altamente desejável que as linhagens macho-estéreis genético-citoplasmáticas e as mantenedoras apresentem anteras e estigmas longos. O tamanho de estigma grande permite um incremento na quantidade de pólen disponível para a polinização natural e, conseqüentemente, para o aumento na produção de sementes híbridas na linhagem macho-estéril. Breseghello & Neves (1995), usando linhagens derivadas de uma das que foram testadas neste estudo, encontram que 1,0 mm de aumento no tamanho do estigma foi responsável por 38,4% de aumento na produção de sementes. Os resultados na Tabela 3 mostram que o comprimento da antera e do estigma apresentou altas e significativas correlações genotípica e fenotípica, similar ao observado por Virmani & Athwal (1973 e 1974). Essa associação está indicando que a seleção para aumentar o comprimento das anteras terá efeito positivo no tamanho dos estigmas e vice-versa. O ambiente afetou ambas características na mesma direção, portanto o manejo das condições ambientais pode ser usado para aumentar a taxa de cruzamento no campo e a produção de sementes híbridas usando linhagens com caracteres alogâmicos.

A presença de arista em variedades de arroz não é uma característica desejável, contudo é um importante mecanismo de disseminação e preservação da espécie silvestre *O. longistaminata*, que possui aristas grandes. Os resultados indicaram uma forte e positiva correlação entre essa característica e o comprimento do estigma e da antera (Tabela 3). O uso de dois retrocruzamentos para a espécie cultivada não foi capaz de romper a ligação entre eles. Conseqüentemente, o melhoramento para estigmas e anteras longos requer a forte pressão de seleção contra o comprimento de arista.

O alto grau de degrane, similar ao comprimento de arista, também é uma característica indesejável no arroz cultivado. As correlações genotípica e fenotípica positivas e significantes observadas entre comprimento de antera e degrane requererão atenção. A seleção para redução do degrane pode reduzir o tamanho das anteras, portanto observações cuidadosas precisam ser feitas para aumentar o tamanho das anteras e reduzir o degrane. Todavia, observações visuais durante o desenvolvimento deste projeto indicaram que houve uma redução de degrane depois de cada retrocruzamento.

A correlação ambiental positiva e significativa observada entre o comprimento da antera e do estigma e o comprimento da espiguetta indicou que o melho-

ramento das condições de crescimento das plantas resultarão em um melhor desenvolvimento das anteras. Podemos, portanto, supor que a produção de pólen e de sementes híbridas pode ser aumentada através da melhoria nas práticas culturais do arroz de sequeiro.

Neste estudo, não foram observadas com frequência fortes correlações genotípicas entre caracteres agrônômicos (Tabela 3). O comprimento de panícula foi positivamente correlacionado com altura de planta, o que concorda com Saini & Gagneja (1975) e Shrivatava & Sharma (1976). As correlações genotípicas e fenotípicas positivas e significantes entre comprimento de arista e perfilhos por planta e exserção de panícula, e também com comprimento de estigma e antera, indicam que os genes para arista longa da espécie *O. longistaminata* não foram separados dos genes que controlam este caracter. Todavia, devido à magnitude destes valores, espera-se que, pelo aumento do número de retrocruzamento para *O. sativa*, será possível alcançar níveis razoáveis de independência entre esses dois caracteres.

CONCLUSÕES

Este estudo permitiu concluir que, em geral, caracteres alogâmicos e agrônômicos apresentaram baixas correlações genética e fenotípica; que a variabilidade para os caracteres alogâmicos detectada permite dizer que, através da seleção, é possível modificar os valores médios desses caracteres; que a introdução da alogamia presente na *O. longistaminata* para a *O. sativa* mudou a manifestação de algumas características agrônômicas na espécie cultivada; e que algumas correlações farão com que a seleção e o progresso genético sejam mais difíceis sem levar juntos caracteres indesejáveis.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem o apoio e as sugestões do Dr. James Taillebois, pesquisador do CIRAD, Montpellier, França, que trabalhou no início deste projeto colaborativo com a Embrapa Arroz e Feijão e também desenvolveu e cedeu o germoplasma trabalhado neste estudo.

REFERÊNCIAS

- Anonymous. 1977. Rice breeding in China. Int. Rice Res. Newsl, 2: 27-28.
- Balakrishina Rao, M. J., D. Chaudhary, S. N. Ratho & R. N. Mishra. 1973. Variability and correlation

- studies in upland rice. *Oryza*, 10: 15-21.
- Breseghello, F. & P. C. F. Neves. 1995. Influência do comprimento do estigma na taxa de formação de grãos em plantas macho-estéreis. p. 77-79. In XXI Reunião da Cultura do Arroz Irrigado, Porto Alegre, RS. 333 p.
- Chang, T. T., G. C. Loresto & O. Tagumpay. 1972. Agronomic and growth characteristics of upland and lowland rice varieties. p. 645-61. In Rice Breeding. International Rice Research Institute. 738 p.
- Jones, J. W. 1926. Hybrid vigor in rice. *J. Am. Soc. Agron.*, 18: 423-28.
- Lin, S. C. & L. P. Yuan. 1980. Hybrid rice breeding in China. p. 35-51. In Innovative Approaches to Rice Breeding. International Rice Research Institute. 182 p.
- Pinheiro, B. S., S. Steinmetz, L. F. Stone & E. P. Guimarães. 1985. Tipo de planta, regime hídrico e produtividade do arroz de sequeiro. *Pesq. Agrop. Bras.*, 20:87-95.
- Rencui, Y., L. Kangjin & L. Haoran. 1986. Study on the heritability and correlation of major floral characters of early-rice varieties (*O. sativa indica*) in China. *Scientia Agricultura Sinica*, 1:49-53.
- Rosso, A. F. J. Galli, E. M. Castro & P. C. F. Neves. 1993. Fecundidade do estigma em duas linhas macho-estéreis de arroz (*Oryza sativa* L.) objetivando hibridação. p. 51-54. In XX Reunião da cultura do arroz irrigado. Pelotas, RS. 305 p.
- Saini, S. S. & M. R. Gangneja. 1975. Inter-relationship between yield and some agronomic characters in short statured rice cultures. *Indian J. Genet. Pl. Breed.*, 35:441-45.
- Sarkar, H. C. & N. M. Miah. 1983. Local indica varieties with desirable floral traits influencing outcrossing. International Rice Research, Institute. 8:3.
- SAS Institute Inc. 1982. SAS User's Guide: Statistics. Cary, North Caroline. 584 p.
- Shrivastava, M. N. & K. K. Sharma. 1976. Analysis of path coefficient in rice. *Z. Pflanzenzuchtg*, 77:174-77.
- Taillebois, J. & E. P. Guimarães. 1988. Improving outcrossing rate in rice (*Oryza sativa* L.). p.175-80. In Hybrid Rice. International Rice Research Institute. 305 p.
- Taillebois, J. 1983. Transfert de l'allogamie d' *Oryza longistaminata* a *Oryza sativa*. Ph.D. Thesis. L' Ecole Nationale Superieure Agronomique de Rennes. Rennes, France. 116p.
- Virmani, S. S. & D. S. Athwal. 1973. Genetic variability in floral characteristics influencing outcrossing in rice. *Crop Sci.*, 13:66-67.
- Virmani, S. S. & D. S. Athwal. 1974. Inheritance of floral characteristics influencing outcrossing in rice. *Crop Sci.*, 14:350-52.
- Virmani, S. S., G. S. Khush & R. Yang. 1980. Rice cultivars possessing some desirable floral traits influencing outcrossing. International Rice Research, Institute, 5:4.
- Virmani, S. S. & H. L. Sharma. 1993. Manual for hybrid seed production. International Rice Research Institute. 57 p.
- Virmani, S. S. 1994. Prospects of hybrid rice in the tropics and subtropics. p.7-19. In S. S. Virmani (Ed.). Hybrid Rice Technology: new developments and future prospects. International Rice Research Institute. 296 p.