

## **Adaptabilidade e Estabilidade em Híbridos Interpopulacionais e Populações de Milho Comum na Região Norte e Noroeste Fluminense\***

Júlio Cesar Fiorio Vettorazzi<sup>1</sup>, Roberto dos Santos Trindade<sup>2</sup>, Keila Silva da Cunha<sup>3</sup>, Geovana Cremonini Entringer<sup>4</sup>, Pedro Henrique Araújo Diniz Santos<sup>5</sup>, Renato Santa Catarina<sup>6</sup>, Messias Gonzaga Pereira<sup>7</sup>

<sup>1,6</sup>Graduando no curso de Agronomia- UENF, CEP 28013-602, Campos dos Goytacazes, RJ, [juliocesar.f.v@hotmail.com](mailto:juliocesar.f.v@hotmail.com), [Renato.scat@gmail.com](mailto:Renato.scat@gmail.com).

<sup>2</sup> Pesquisador do INCAPER- CRDR Centro – Norte, [roberto.trindade@incaper.es.gov.br](mailto:roberto.trindade@incaper.es.gov.br)

<sup>3,4,5</sup>Pós Graduando em Genética e Melhoramento de Plantas – UENF, CEP 28013-602, Campos dos Goytacazes, RJ, [kscuenf@yahoo.com.br](mailto:kscuenf@yahoo.com.br); [Geocremonini@yahoo.com.br](mailto:Geocremonini@yahoo.com.br); [phsantos2004@yahoo.com.br](mailto:phsantos2004@yahoo.com.br);

<sup>7</sup> Professor Titular do Programa de Genética e Melhoramento de Plantas – UENF, CEP 28013-602, Campos dos Goytacazes, RJ, [messias@uenf.br](mailto:messias@uenf.br)

**RESUMO** - O objetivo deste trabalho foi avaliar a interação genótipo x ambiente para três componentes de produtividade em híbridos e variedades de milho comum oriundas do programa de seleção recorrente recíproca da UENF, bem como a adaptabilidade e estabilidade para produção de grãos nos genótipos em questão. Para tanto, foram avaliados entre os anos de 2009 e 2012, 21 genótipos oriundos do programa de seleção recorrente recíproca entre famílias de irmãos completos da UENF, sendo sete híbridos interpopulacionais entre os grupos CIMMYT (Tipo FLINT) e Piranão (Tipo DENT), com mais sete variedades oriundas de cada um destes grupos. A estes genótipos, se somaram mais três híbridos simples, três variedades comerciais e um Composto obtido a partir das populações CIMMYT e Piranão. O delineamento experimental utilizado em todos os ensaios foi o de blocos ao acaso, com cinco repetições, em três locais de avaliação. Os resultados obtidos indicam que os híbridos interpopulacionais C8 x P8, e C11 x P11 apresentaram valores satisfatórios de adaptabilidade e estabilidade, podendo ser recomendados para a região Norte e Noroeste Fluminense.

Palavras Chave: *Zea Mays* L ; Interação genótipos por ambientes; produtividade e ganhos por seleção.

### **Introdução**

O milho (*Zea Mays* L.) é o principal cereal em cultivo no Brasil. Em 2011, estimativas de produção apontam para uma área cultivada de 15 milhões de hectares e uma produção de 65 milhões de toneladas (CONAB, 2012). Esta cultura apresenta importância indiscutível para a alimentação e a indústria, sendo consumido e utilizado de diferentes formas.

A região Norte/Noroeste Fluminense não apresenta tradição na produção de milho, apresentando uma área de cultivo de 7.000 ha plantados, com produtividade em torno de 2,5 t/ha (CIDE, 2009; CONAB, 2012), muito abaixo da média nacional, que está em torno de 4,5 t/ha. Este fato indica a necessidade de investimentos não só em manejo da cultura, mas também a necessidade de uso de cultivares adaptadas as condições edafoclimáticas da região.

\*Trabalho Financiado com Recursos da Fundação Carlos Chagas de Amparo a Pesquisa no Estado do Rio de Janeiro - FAPERJ

Quando se avaliam genótipos de milho comum em vários locais, em virtude do efeito do ambiente sobre a expressão do fenótipo, a classificação relativa entre eles pode não ser coincidente, tornando inconsistente o resultado obtido e dificultando substancialmente a identificação de indivíduos efetivamente superiores (Ribeiro et al., 2000). Esta oscilação no comportamento dos genótipos frente às variações ambientais e conhecida como interação genótipo x ambientes, e sua avaliação é de extrema importância para a estimação de ganhos por seleção e na recomendação de cultivares (Cruz et al., 2004).

Entretanto, o estudo isolado da interação genótipo x ambiente não proporciona informação detalhada a respeito do desempenho de cada genótipo frente a variações de ambientes. Em virtude deste fato, se torna de fundamental importância a avaliação da adaptabilidade e estabilidade genotípica, visando identificar indivíduos de comportamento previsível e que sejam responsivos as condições locais (Cruz et al., 2004).

Desde o ano de 1996, a Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro mantém um programa de melhoramento genético de milho comum, por meio de seleção recorrente recíproca em famílias de irmãos completos (SRRFIC), assistida por marcadores moleculares. Este programa já favoreceu a região Norte/Noroeste Fluminense com duas cultivares de milho híbrido interpopulacional: 'UENF 506-6' e 'UENF 506-8', se encontrando no seu 13º ciclo de SRRFIC assistida por marcadores moleculares.

Assim sendo, o objetivo deste trabalho é a avaliação da interação genótipo x ambiente para três componentes de produtividade em híbridos e variedades de milho comum oriundas do programa de seleção recorrente recíproca da UENF, bem como a adaptabilidade e estabilidade para produção de grãos nos genótipos em questão.

### **Material e Métodos**

Entre setembro de 2009 a fevereiro de 2010, foram instalados ensaios de valor de cultivo e uso (VCU) em três locais distintos, a saber: Colégio Agrícola Antônio Sarlo e Estação Experimental da PESAGRO-RIO, em Campos dos Goytacazes, e no Campo Experimental da UENF - Ilha Barra do Pomba, em Itaocara. Estes experimentos foram repetidos nos mesmos locais, entre setembro de 2010 a fevereiro de 2011, e entre setembro de 2011 a fevereiro de 2012, totalizando nove ambientes de avaliação.

O delineamento experimental adotado em todos os ensaios foi o de blocos ao acaso, com cinco repetições. Foram avaliados 21 genótipos oriundos do programa de seleção recorrente recíproca entre famílias de irmãos completos (SRRFIC) da UENF, sendo sete híbridos interpopulacionais entre os grupos CIMMYT (Tipo FLINT) e Piranão (Tipo DENT),

com mais sete variedades oriundas de cada um destes grupos. A estes genótipos, se somaram mais três híbridos simples, três variedades comerciais e um Composto obtido a partir das populações CIMMYT e Piranão, contendo gene braquítico, que lhe confere porte reduzido, totalizando então 28 genótipos.

No plantio, os genótipos foram semeados no espaçamento de 0,90 m entre plantas e 1 m entre linhas, com uma adubação de plantio de 400 kg/ha de NPK 8-28-16. Posteriormente foram feitas coberturas aos 30 e 45 dias com 30 g de uréia por metro linear. A colheita foi efetuada manualmente, com as plantas em um estágio avançado de maturação após dessecação natural. Depois de colhidas, as espigas foram postas em secador de ventilação forçada, pesadas e debulhadas para obtenção de peso de espigas e rendimento de grãos por parcela, correspondente ao total produzido em kilogramas em cada parcela, valor que foi posteriormente convertido para toneladas por hectare (t/ha).

Para a análise de variância (ANOVA), foram considerados os dados de número de espigas por parcela, peso de espigas e rendimento de grãos por parcela primeiramente realizou-se uma ANOVA individual para cada ambiente de avaliação (dados não apresentados), sendo avaliada a homogeneidade das variâncias residuais por meio do teste do F máximo de Hartley (1950). Após verificar-se que a razão entre o maior e o menor F residual para os ambientes avaliados foi menor que 7 (dados não apresentados), procedeu-se então a análise conjunta dos experimentos, considerando-se como fixo o efeito de ambiente e os demais efeitos como aleatórios.

Posteriormente, os dados de rendimento de grãos em cada ambiente foram utilizados para estimativa da adaptabilidade e estabilidade dos genótipos pela metodologia de Eberhart e Russel (1966), que considera como princípio estatístico a análise de regressão simples. Pela metodologia, genótipos com coeficiente  $\bullet 1=1$  apresentam adaptabilidade geral, genótipos com  $\bullet 1 < 1$  apresentam adaptabilidade a ambientes desfavoráveis e  $\bullet 1 > 1$  são considerados como de adaptabilidade a ambientes favoráveis. A não significância da variância dos desvios da regressão ( $\bullet^2 d$ ) é considerada como critério de estabilidade. Todas as análises estatísticas foram efetuadas com o auxílio do programa GENES (Cruz et al., 2001).

## **Resultados e Discussão**

Houve efeito significativo de genótipos, testemunhas e diferenças significativas entre estes dois grupos ( $p > 0,05$ ), indicando variabilidade tanto dentro quanto entre os grupos avaliados para número de espigas (NESP), peso de espigas (PESP) e rendimento de grãos (REND). Observaram-se também efeitos significativos de ambiente, e de interação genótipo x

ambiente (Trat x Amb), o que remete ao fato de que os efeitos genéticos e ambientais não são independentes, ou seja, o desempenho dos genótipos em avaliação varia com a mudança dos ambientes (anos e locais), sendo que uma cultivar pode apresentar ranqueamento distinto conforme as condições de cultivo (Von Pinho et al., 2003).

A interação genótipos x ambientes reduz a correlação entre o fenótipo e o genótipo, e esta baixa correlação denota que o genótipo superior em um ambiente, pode não repetir o mesmo desempenho em outro ambiente. A ocorrência significativa da interação genótipos x ambientes é observada em vários experimentos com a cultura do milho (Carvalho et al., 2008; Cardoso et al., 2012; Faria et al., 2012; Garbuglio et al., 2007; Vasconcelos et al., 2012), e demanda a necessidade de identificar, dentre os genótipos em avaliação, aqueles com melhor adaptabilidade e estabilidade, com vistas à recomendação de cultivares.

As estimativas de adaptabilidade pelo coeficiente  $\sigma^2_{dj}$  (Tabela 2) indicaram boa adaptação a condições limitantes para a maioria dos híbridos simples e intervarietais avaliados. Entretanto, verificou-se baixa estabilidade ( $\hat{\sigma}^2_{dj}$ ) para a maioria dos genótipos avaliados, denotando que o comportamento observado em um ambiente pode ser distinto em outro. Merece destaque o híbrido interpopulacional C8 x P8, que expressou alta produtividade e bom rendimento a ambientes limitantes. Ainda cabe destaque aos híbridos C10 x P10 e C11 x P11, que expressaram alta produtividade, embora com valor significativo de  $\hat{\sigma}^2_{dj}$ , o que pode evidenciar uma reduzida estabilidade para estes genótipos.

Entretanto, Cruz et al. (2004) destacam o fato de que, genótipos com rendimento superior podem apresentar valores de  $\hat{\sigma}^2_{dj}$  estatisticamente diferente de zero, sendo que, nestes casos, uma medida auxiliar para comparação da estabilidade é o coeficiente de determinação  $R^2$ . Este fato se evidencia para o híbrido interpopulacional C11 x P11, que apresentou valor de  $R^2$  em torno de 81,78, o que indicaria boa estabilidade para este genótipo, um caráter altamente desejado. Este genótipo também apresentou estimativas de produtividade próximas aos híbridos simples avaliados no experimento, além da maior produtividade dentre os híbridos interpopulacionais avaliados, fato possivelmente resultante do mesmo constituir material resultante de 11 ciclos de SRRFIC.

Cabe destaque também a contínua elevação de ganhos por seleção nas populações CIMMYT e Pirão do 5º ao 11º com o avanço dos ciclos. Estes genótipos também expressaram elevada estabilidade fenotípica de produtividade e valor agrônomo consistente, uma vez que os mesmos apresentam valores de médias próximos as variedades testemunhas e compostos em avaliação neste experimento.

## Conclusões

Foram observados efeitos de interação genótipo x ambiente para todos os caracteres observados. Os híbridos interpopulacionais C8 x P8, e C11 x P11 expressaram boa adaptabilidade e estabilidade, podendo ser recomendados para a região Norte e Noroeste Fluminense. Observaram-se estimativas elevadas de estabilidade e boa adaptabilidade a condições desfavoráveis nas populações CIMMYT e Piranão do 5º ao 11º ciclo de SRRFIC.

## Literatura Citada

Cardoso, M.J.; Carvalho, H.W.L.; Rocha, L.M.P.; Pacheco, C.A.P; Guimarães, L.J.M.; Guimarães, P.E.O; Parentony, S.N.; Oliveira, I.R. (2012). Identificação de cultivares de milho com base na análise de estabilidade fenotípica no Meio-Norte brasileiro. Revista Ciência Agronômica, v. 43, n. 2, p. 346-353.

CONAB (2012) Oitavo levantamento da safra de grãos 2011/2012 Disponível em [http://www.conab.gov.br/OlalaCMS/uploads/arquivos/10\\_11\\_10\\_11\\_28\\_48\\_boletim\\_portugues\\_-\\_nov\\_de\\_2010..pdf](http://www.conab.gov.br/OlalaCMS/uploads/arquivos/10_11_10_11_28_48_boletim_portugues_-_nov_de_2010..pdf) Acesso em 20 de Fevereiro. 2011.

CIDE – Anuário estatístico do estado do Rio de Janeiro (2009) <http://www.cide.rj.gov.br> (acessado em outubro de 2010).

Cruz, C.D. (2001) Programa GENES – Aplicativo computacional em genética e estatística. Viçosa: UFV

Cruz, C.D.; Regazzi, A.J.; Carneiro, P.C.S. (2004) Modelos biométricos aplicados ao melhoramento genético. v.1, 3 ed. Viçosa, MG: Editora UFV, 480p

Faria, V.R.; Viana, J.M.S.; Mundim, G.B.; Silva, A.C.; Câmara, T.M.M. (2010). Adaptabilidade e estabilidade de populações de milho pipoca relacionadas por ciclos de seleção. Pesq. agropec. bras., Brasília, v.45, n.12, p.1396-1403.

Garbuglio, D.D.; Gerage, A.C.; Araújo, P.M.; Fonseca Júnior, N.S.; Shioga, P.S. (2007). Análise de fatores e regressão bissegmentada em estudos de estratificação ambiental e

adaptabilidade em milho. Pesquisa agropecuária brasileira, Brasília, v.42, n.2, p.183-191, fev. 2007.

Ribeiro Júnior, J.I.; Cruz, C.D.; Scapim, C.A.; Pacheco, C.A.P. (2000) Metodologia para avaliar os ganhos por seleção recorrente recíproca em populações de milho. Revista Ceres, 47(274):591-602p.

Vasconcelos, E.S.; Cruz, C.D.; Regazzi, A.J.; Bhering, L.L.; Rosado, T.B.; Vasconcelos, F.S. (2010). Agrupamento de modelos de regressão da análise de adaptabilidade e estabilidade de genótipos Pesq. agropec. bras., Brasília, v.45, n.12, p.1357-1362.

Von Pinho, R. G. (2003) Produção de milho no Brasil e no mundo: Realidade e perspectiva. Anais do Simpósio sobre Melhoramento e Perspectivas do Milho. Lavras: UFLA, 2003.

**Tabela 1** – Estimativas de quadrados médios para dez características morfoagronômicas avaliadas em genótipos de milho comum em três locais (Colégio Agrícola Antônio Sarlo, e Estação da Pesagro, em Campos dos Goytacazes, e Estação Ilha Barra do Pomba, em Itaocara), entre os anos de 2009 e 2012.

Fontes de Variação	GL	Quadrados Médios		
		NESP	PESP (Kg)	REND(t/ha)
Rep (Amb)	36	64,00	1,31	4,08
Tratamentos	27	333,28**	16,90**	67,97**
Genótipos	20	341,49**	11,15**	43,85**
Testemunhas	6	249,28**	30,55**	128,19**
Grupos	1	673,02**	50,14**	188,97**
Ambientes	8	1953,96**	82,94**	311,95**
Trat x Amb	216	70,63**	0,98**	3,41**
Gen x Amb	160	76,74**	0,88**	3,19**
Test x Amb	48	56,76**	1,28**	4,17**
Grupos x Amb	8	31,54 <sup>ns</sup>	1,11*	3,39**
Erro	972	26,18	0,52	1,63
<b>Total</b>	<b>1259</b>			
Média Geral		24,85	3,04	5,54
Limite Superior		46,00	6,90	13,11
Limite Inferior		2	1,04	1,33
CV%		20,60	23,79	23,07

NESP = número de espigas por parcela; PESP = peso de espigas; REND = rendimento de grãos. \*,\*\* significativo a 5 ou a 1%, respectivamente, pelo teste F. <sup>ns</sup> não significativo.

**Tabela 5** – Médias ( $\beta_{0i}$ ) e Estimativas de adaptabilidade ( $\beta_{1i}$ ) e estabilidade ( $\hat{\sigma}^2_{dj}$  e  $R^2$ ) segundo a metodologia de Eberhart e Russel (1966) para a produção de grãos em híbridos simples, híbridos intervarietais, populações melhoradas de diferentes ciclos de seleção recorrente recíproca e variedades comerciais de milho comum avaliadas entre 2009 e 2012 em três locais (Colégio Agrícola Antônio Sarlo, e Estação da Pesagro, em Campos dos Goytacazes, e Estação Ilha Barra do Pomba, em Itaocara).

Genótipos	$\beta_{0i}$ (t/ha)	$\beta_{1i}$	$\hat{\sigma}^2_{dj}$	$R^2$
-----Híbridos Simples-----				
<b>AG 1051</b>	8,87	0,84	0,57**	66,58
<b>BM 2202</b>	7,24	0,83	1,06**	55,93
<b>Fortaleza x CIMMYT 8</b>	7,10	1,44	0,37*	88,35
-----Variedades Comerciais e Compostos-----				
<b>BR 106</b>	6,15	0,83	0,33 <sup>ns</sup>	72,97
<b>Fortaleza</b>	5,06	1,01	0,2 <sup>4ns</sup>	82,16
<b>Sol da Manhã</b>	3,78	0,65	0,40*	59,33
<b>Composto Caboclo br2</b>	5,22	1,15	-0,04 <sup>ns</sup>	92,17
-----Populações CIMMYT e Piranão-----				
<b>CIMMYT 5</b>	4,08	0,93	0,39*	75,64
<b>CIMMYT 6</b>	4,54	1,03	-0,02 <sup>ns</sup>	89,82
<b>CIMMYT 7</b>	4,18	1,12	0,30 <sup>ns</sup>	83,52
<b>CIMMYT 8</b>	3,96	1,09	0,19 <sup>ns</sup>	85,56
<b>CIMMYT 9</b>	5,22	1,17	0,25 <sup>ns</sup>	85,81
<b>CIMMYT 10</b>	5,16	0,80	0,35*	70,72
<b>CIMMYT 11</b>	5,21	1,22	0,21 <sup>ns</sup>	87,57
<b>Piranão 5</b>	5,33	0,93	-0,13 <sup>ns</sup>	91,83
<b>Piranão 6</b>	5,02	0,85	0,03 <sup>ns</sup>	84,08
<b>Piranão 7</b>	4,18	0,83	0,21 <sup>ns</sup>	76,29
<b>Piranão 8</b>	4,55	0,91	0,28 <sup>ns</sup>	77,79
<b>Piranão 9</b>	4,58	0,94	0,63**	70,31
<b>Piranão 10</b>	5,26	0,95	0,02 <sup>ns</sup>	86,79
<b>Piranão 11</b>	5,76	1,30	0,59**	82,49
Híbridos Interpopulacionais do 5º ao 11º ciclo de SRRFIC				
<b>C5xP5</b>	5,23	1,08	0,40*	80,21
<b>C6xP6</b>	6,11	1,09	0,12 <sup>ns</sup>	87,11
<b>C7xP7</b>	6,12	0,92	-0,10 <sup>ns</sup>	90,56
<b>C8xP8</b>	6,45	0,87	0,33 <sup>ns</sup>	74,80
<b>C9xP9</b>	5,78	1,04	1,56**	59,58
<b>C10xP10</b>	7,21	0,90	0,67**	67,23
<b>C11xP11</b>	7,57	1,27	0,58**	81,78