

# ADAPTABILIDADE E ESTABILIDADE DE GENÓTIPOS DE MILHO NO ESTADO DO CEARÁ<sup>1</sup>

*Adaptability and stability of corn genotypes in the state of CEARA*

JOÃO BOSCO PITOMBEIRA<sup>2</sup>  
SEBASTIÃO MEDEIROS FILHO<sup>3</sup>  
VIRGÍNIO ENEAS B. DO CARMO<sup>4</sup>  
REGINALDO C. MOREIRA<sup>5</sup>  
EDMILSON G. CAVALCANTE<sup>5</sup>  
JOSÉ MARIA FEIJÃO<sup>5</sup>  
ROMUALDO B. GONÇALVES<sup>5</sup>

## RESUMO

A adaptabilidade e a estabilidade da produção de grãos de milho às variações ambientais são características importantes no processo de recomendação de genótipos para o plantio em determinado ambiente. Um ensaio com nove híbridos e duas cultivares de milho foi conduzido, no Ceará, nos municípios de Jucás, Crateús, Varjota e Sobral, no período de março a julho de 1999, objetivando avaliar a adaptabilidade e a estabilidade desses genótipos nesses ambientes. A análise da adaptabilidade e estabilidade da produção de grãos dos híbridos ZN 8474, XL 342, BR 201 e XL 360, com médias de produtividades acima de 4000 kg/ha nos quatro ambientes, permitiu concluir que esses híbridos variaram suas produtividades de modo regular, obedecendo as alterações ocorridas na qualidade do ambiente e, à exceção do híbrido BR 201, essas variações foram previsíveis. O híbrido BR 201 apresentou comportamento imprevisível. As cultivares BR 106 e BR 5037, com produtividades médias de grãos inferiores aos híbridos, apresentaram comportamento regular, e as variações devido à mudanças no ambiente foram previsíveis. Os híbridos AG 405 e ZN 8501 responderam menos aos ambientes, foram menos exigentes, podendo ser adequados para ambientes de qualidade inferior. Os híbridos AG 1043, ZN 8686 e BR 205, com rendimentos de grãos entre 3500 e 3900 kg/ha, apresentaram alta adaptabilidade e estabilidade.

**PALAVRAS-CHAVE:** *Zea mays*, interação genótipo ambiente, produção grãos.

---

<sup>1</sup> Trabalho realizado em decorrência do Convênio UFC/FCPC/SDR/APROSEMCE

<sup>2</sup> Eng. Agrôn., PhD, Prof. Adjunto, Dep. de Fitotecnia, UFC, Email [pitomba@ufc.br](mailto:pitomba@ufc.br)

<sup>3</sup> Eng. Agrôn., Dr., Prof. Adjunto, Dep. de Fitotecnia, UFC, Email [filho@ufc.br](mailto:filho@ufc.br)

<sup>4</sup> Eng. Agrôn., Secretaria de Desenvolvimento Rural do Ceará, Fortaleza, Ce.

<sup>5</sup> Eng. Agrôn., Empresa de Assistência Técnica e Extensão Rural do Ceará, EMATERCE. Fortaleza, Ce.

## ABSTRACT

The adaptability and stability of 11 corn varieties and hybrids were evaluated in Ceara State, Brazil, counties of Jucás, Crateus, Varjota and Sobral, from march to july 1999. The highest grain yield was obtained by the hybrids ZN 8474, XL 342, BR 201 and XL 360, with the average above 4000 kg/ha. The yields of these hybrids changed according with the changes in the environment and were predictable. The behavior of the hybrid BR 201 was erratic or unpredictable. The average yields of the varieties BR 106 and BR 5037 were the lowest and the environmental behavior was regular and predictable. The hybrids AG 405 and ZN 8501 were less responsive to environmental changes, but less demanding, being adequate to environment with inferior quality. The hybrids AG1043, ZN8686 and BR 205 had high adaptability and stability behavior, but the grain yield was below the average of the environments.

**KEY-WORDS:** *Zea mays*, genotype environment interaction, grain yield.

## INTRODUÇÃO

O milho (*Zea mays* L.) é uma das principais culturas do estado do Ceará, contribuindo, na safra 1999, com 60% da produção de grãos do Estado (IPLANCE, 2000). A cultura é bastante sensível às variações climáticas, principalmente a distribuição irregular das chuvas, condição que predomina no Ceará

O parque avícola cearense é o quinto do Brasil e tem no milho o principal componente na fabricação de rações. A produção de milho no Estado, mesmo nos anos de boa distribuição pluviométrica, não atende a demanda interna, necessitando de importação de grandes quantidades desse produto de outras regiões do País e do exterior. A identificação de genótipos de milho adaptados às diferentes regiões do Estado é um dos requerimentos essenciais para a expansão da cultura, contribuindo para reduzir os riscos de frustração de safra.

No processo de identificação de genótipos é importante o conhecimento da interação genótipo x ambiente (GxA). Isso pode ser obtido através dos estudos de adaptabilidade e estabilidade, que baseiam-se no conhecimento do comportamento de uma

espécie cultivada em vários ambientes através da interação GxA. Quando um genótipo não apresenta a interação GxA significativa indica que o mesmo adaptar-se-ia a um grande número de ambientes de cultivo possibilitando que o resultado de um único ensaio poderia ser extrapolado para muitos ambientes.

Existem várias metodologias para avaliar a interação GxA. Vencovsky e Barriga (1992) afirmam que o método de Eberhart e Russell (1966) é o único viável com um número pequeno de ambientes, de três a sete, adequado a situação desse trabalho.

Segundo Borém (1997), a adaptabilidade de uma variedade refere-se a sua capacidade de aproveitar vantajosamente as variações do ambiente e a estabilidade refere-se a capacidade de uma variedade apresentar comportamento previsível em função das variações ambientais.

O presente trabalho teve como objetivo avaliar o comportamento de onze genótipos de milho, constituídos de duas cultivares e nove híbridos, com vistas à adaptabilidade e estabilidade em quatro municípios do Ceará, de acordo com o método proposto por Eberhart e Russell (1966).

## MATERIAL E MÉTODOS

Os genótipos avaliados foram as cultivares: BR 106 e BR 5037 e os híbridos Braskalb XL 345, Braskalb XL 360, AG 1043, AG 405, Zeneca 8474, Zeneca 8501, Zeneca 8486, Riberal BR 205 e Riberal BR 201.

Os experimentos foram instalados nos municípios de Crateús, Jucás, Varjota e Sobral, no período março a julho de 1999, respectivamente, nas microrregiões geográficas Sertões de Crateús, Várzea Alegre, Ipu e Sobral (IPLANCE, 2000).

Em Crateús, o ensaio foi instalado num solo NEOSSOLO FLÚVICO; em Jucás e Sobral num solo franco argiloso; e em Varjota num PODZÓLICO VERMELHO-AMARELO do Perímetro Irrigado Araras Norte.

O delineamento experimental usado foi o de blocos ao acaso com onze tratamentos e quatro repetições. O preparo da área experimental consistiu de uma aração seguida de duas gradagens. O plantio foi realizado no período das chuvas no espaçamento 0,80 x 0,50 m, com duas plantas/cova, em parcelas de quatro fileiras de 10 m de comprimento, resultando numa população esperada de 50.000 plantas/ha. Em todos os locais aplicou-se as quantidades de 60-60-30 kg/ha de N, P O e K O, respectivamente nas formas de uréia, superfosfato simples e cloreto de potássio. Essa fórmula de adubação foi estabelecida pelos autores, uma média aproximada das recomendações constantes em (UFC, 1993). Um terço da uréia e a totalidade dos outros nutrientes foram aplicados por ocasião do plantio, em sulcos laterais à linha de plantio. O restante da uréia foi aplicado, em cobertura, 35-40 dias após a emergência das plântulas de milho. Foram colhidas nove metros das duas fileiras centrais, correspondendo a uma área útil de 14,4 m<sup>2</sup>. O controle das pragas foi realizado sempre que foram identificados os primeiros sinais de danos à cultura.

A produção de grãos foi submetida à análise

de variância por local e à análise conjunta, com a finalidade de detectar a interação entre os genótipos e os ambientes. A adaptabilidade e estabilidade dos genótipos foram estimadas usando-se o método de Eberhart e Russell (1966), conforme o modelo a seguir:

$$Y_{ij} = m + bI_i + d_{ij} \quad \text{onde,}$$

$Y_{ij}$  = média da cultivar  $i$  no ambiente  $j$   
 $m$  = média da cultivar  $i$  em todos os ambientes

$b$  = coeficiente de regressão linear da cultivar  $i$  nos ambientes

$I_i$  = índice ambiental

$d_{ij}$  = desvios da regressão

A análise dos dados foi realizada por meio do programa GENES (Cruz, 1997).

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os genótipos diferiram em comportamento nos locais em que foram avaliados (Tabela 1). A média de produção de grãos dos ensaios variou de 1.150 kg/ha em Sobral a 6.281 kg/ha em Jucás, indicando que houve uma ampla variação nas condições ambientais dos locais estudados. Essa variação pode ser atribuída à distribuição irregular e/ou à quantidade inadequada das chuvas e às condições de fertilidade dos diferentes tipos de solos dos locais onde foram instalados os ensaios.

A análise conjunta evidenciou significância estatística ( $p < 0,05$ ), para genótipos, ambientes e a interação genótipos vs. ambientes (Tabela 2), evidenciando assim diferenças entre os genótipos e as respostas destes às variações ambientais.

Os híbridos ZN 8474, XL 345, BR 201 e XL 360 produziram acima de 4.000 kg/ha de grãos, indicando uma boa performance para as condições do estado do Ceará. Uma avaliação da adaptabilidade e estabilidade através do coeficiente de regressão ( $b$ ) (Tabela 3) e da variância dos desvios da regressão

Tabela 1 . Produtividades médias de grãos (kg/ha) de genótipos de milho em quatro ambientes do estado do Ceará. Brasil.

Table 1. Grain yield (kg/ha) of corn genotypes in four environments of the State of Ceara. Brazil.

Genótipos Genotypes	Ambientes <sup>1</sup> Environments <sup>1</sup>				Médias Means
	Jucás	Crateús	Sobral	Sobral	
BR 106	5642 bc	3317d	3107 b	599 d	
BR 5037	5121 c	3631 cd	2899 b	711 cd	
XL 345	6857 a	4251 bc	4531 a	1414 ab	
XL 360	7031 a	3810 cd	4584 a	1302 abc	
AG 1043	6336 ab	3272 d	3472 ab	986 abcd	
AG 405	5642 bc	3439 cd	4305 a	1354 abc	
ZN 8474	7031 a	5164 a	4392 a	1284 abc	
ZN 8501	5729 bc	3753 cd	4340 a	1562 a	
ZN 8486	6423 ab	4269 bc	3940 ab	1041 abcd	
BR 205	6423 ab	4331 abc	3940 ab	877 bcd	
BR 201	6857 a	4861 ab	3784 ab	1527 ab	
Médias Means	6281,0				
DMS lsd	807,7	816,6	950,6	581,3	
CV	8,93	14,10	16,74	34,99	-

<sup>1</sup>Médias seguidas das mesmas letras nas colunas, não diferem entre si pelo teste Duncan, ao nível de 0,05.

<sup>1</sup>Means followed by the same letter in the column are not significantly different by the Duncan's at 0.05 level

(Tabela 2), permitiu constatar que os coeficientes de regressão obtidos para esses híbridos em função dos ambientes não diferiram ( $p < 0.05$ ) de  $b=1$ , pelo teste "t", indicando que alteraram o comportamento de modo regular, obedecendo as alterações ocorridas em função da qualidade do ambiente, o que caracteriza adaptabilidade a todos os ambientes. A não significância da variância dos desvios da regressão associados aos híbridos ZN-8474, XL345 e XL360 (Tabela 2), indica que as modificações que podem ocorrer nesses genótipos com as variações do ambiente, são previsíveis ou estáveis. O híbrido BR 201 apresentou um comportamento errático, imprevisível ou instável evidenciado pela significância,  $p < 0,05$ , para a variância dos desvios da regressão.

As cultivares BR 106 e BR 5037, apresentaram produtividades de grãos inferiores aos híbridos avaliados. Entretanto, os coeficientes de regressão não diferem de  $b=1$  e a variância dos desvios da regres-

são não significativas (Tabela 3), indicam comportamento regular ou ampla adaptabilidade e estabilidade previsível às variações devidas a mudanças no ambiente. O comportamento da cultivar BR 5037 foi diferente do encontrado por Carvalho et al. (1992), que constatarem imprevisibilidade em vários ambientes do estado de Sergipe, embora tenha havido coincidência de comportamento com a cultivar BR 106. Carvalho et al. (1999), encontraram adaptabilidade ampla para a BR106 e boa estabilidade para a BR 5037 em ambientes dos Tabuleiros Costeiros do Nordeste brasileiro. Gama et al. (2000), encontraram que a cultivar BR 106, em ensaios conduzidos nas regiões Sul, Centro Sul e Centro Oeste do Brasil, mostrou-se mais adaptada a ambientes favoráveis.

Os híbridos AG 405 e ZN 8501 apresentaram "b" significativamente inferior a 1, indicando que responderam menos aos ambientes. Porém, foram menos exigentes, podendo ser adequados para ambi-

Tabela 2 . Análise da variância conjunta para produção de grãos (kg/parcela) de cultivares e híbridos de milho em quatro ambientes do estado do Ceará, Brasil.

Table 2. Analysis of variance for grain yield of corn genotypes in four environments of the State of Ceara, Brasil.

Causas de Variação Sources of variation	GL Df	Quadrados Médios Mean square	F
Ambientes (A) Environments (E)	3	193899904	630.45
Genótipos (G) Genotypes (G)	10	3339494	10,85*
Interação (G x A) Interaction (G x E)	30	584648	1,92*
Ambiente linear Environment linear		581699520	891,36 *
Interação GxA linear Interaction GxE linear	10	660524	
Desv. da regressão comb Regression desv. comb.		497015	1,61
BR 106 (1)	2	69856	0,22 ns
BR 5037 (2)	2	441648	1,43 ns
XL 345 (3)	2	30200	0,098 ns
XL 360 (4)	2	889088	2,89 ns
AG 1043 (5)	2	764088	2,48 ns
AG 405 (6)	2	952578	3,09 *
ZN 8474 (7)	2	627548	2,04 ns
ZN 8501 (8)	2	518012	1,68 ns
ZN 8486 (9)	2	65600	0,21 ns
BR 205 (10)	2	155306	0,50 ns
BR 201 (11)	2	983246	3,19 *
Resíduo médio Mean Error	20	307556	

\* Significante ao nível de 0,05

\* Significant at 0,05 level

ns - Não significante ao nível de 0,05

ns - Not significant 0,05 level

entes de qualidade inferior ou com maior estresse. O híbrido ZN 8501 apresentou alta estabilidade ou comportamento previsível, enquanto que o AG 405 comportamento instável ou imprevisível.

Os híbridos AG 1043, ZN 8486 e BR 205 apresentaram rendimentos de grãos entre 3500 e 3900 kg/ha e alteraram o comportamento de modo previsível, conforme a qualidade do ambiente, ou seja, apresentaram ampla adaptabilidade e estabilidade.

Os desvios da regressão (Tabela 3), indicam as flutuações de rendimento que não estão sob controle ou que não podem ser explicadas pelas alterações do ambiente (Vencosvsky e Barriga, 1992). Quanto menor for o valor de  $s_b$  mais previsível será a cultivar ou híbrido quanto a sua resposta ao ambiente. Nesta categoria, com valores de  $s_{di}$  entre 173 e 394 kg/ha, incluem-se a cultivar BR 106 e os híbridos XL 345, ZN 8486 e BR 205.

Os coeficientes de determinação ( $R^2$ ) indicam quanto da variação total é explicada pelo modelo. No caso em estudo, o comportamento das cultivares e híbridos pode ser explicado, entre 95 e 99% (Tabela 3) pelo modelo usado, indicando um bom ajustamento.

## CONCLUSÕES

Os híbridos ZN 8474, XL 345 e XL 360 apresentaram produtividades superiores a 4.000 kg/ha, ampla adaptabilidade aos ambientes e comportamento previsível.

O híbrido BR 201 apresentou também produtividade acima de 4000 kg/ha e adaptabilidade ampla, porém o comportamento foi errático ou imprevisível.

As cultivares BR 106 e BR 5037 foram inferiores aos híbridos quanto a produção de grãos, porém apresentaram adaptabilidade ampla e comportamento previsíveis.

Tabela 3. Médias de produção de grãos (kg/ha) e parâmetros da análise da estabilidade de cultivares e híbridos de milho em quatro ambientes do estado do Ceará, Brasil.

Table 3. Mean grain yield (kg/ha) and parameters of stability analysis of corn genotypes in four environments of the State of Ceara, Brasil.

Genótipos <i>Genotypes</i>	Produção de grãos (kg/ha) <i>Grain yield (kg/ha)</i>	$\sigma_{di}$	$b_i$	$R_i^2$
BR 106	3166	264	0,98 ns	0,99
BR 5037	3090	664	0,86 ns	0,97
XL 345	4347	173	1,05 ns	0,99
XL 360	4172	924	1,10 ns	0,97
AG 1043	3516	856	1,03 ns	0,97
AG 405	3685	978	0,83 *	0,95
ZN 8474	4466	792	1,12 ns	0,97
ZN 8501	3846	719	0,81 *	0,97
ZN 8486	3918	256	1,05 ns	0,99
BR 205	3892	394	1,08 ns	0,99
BR 201	4257	991	1,04 ns	0,96
Médias <i>Mean</i>	3843			

\* Significante ao nível de 0,05, pelo teste "t".

\* Significant at 0,05 level, by "t" test.

ns - Não significante ao nível de 0,05, pelo teste "t".

ns - Not significant at 0,05 level, by "t" test.

O híbrido ZN 8501 mostrou-se adaptado a ambientes menos favoráveis e alta estabilidade ou comportamento previsível, enquanto que o híbrido Ag 405 mostrou-se adaptado a ambientes de qualidade inferior e comportamento imprevisível.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- CARVALHO, H. W. L. de; MAGNAVACA, R.; LEAL, M. L. S. Estabilidade de produção de cultivares de milho no estado de Sergipe. **Pesq. Agrop. Bras.**, Brasília, v. 27, n.7, p. 1073-1082, 1992.
- CARVALHO, H.W.L. de; SANTOS, M.X. dos; LEAL, M.L.S. et al. Adaptabilidade e estabilidade de comportamento de cultivares de milho em treze ambientes nos tabuleiros costeiros do Nordeste brasileiro. **Pesq. Agrop. Bras.**, Brasília, v. 34, n.12, p. 2225-2234, 1999.
- CRUZ, C.D. **Programa GENES; aplicativo computacional em genética e estatística.** Editora UFV, Viçosa:UFV, 1997, 442p.
- EBERHART, S. A. ; RUSSELL, W. A . Stability parameters for comparing varieties. **Crop Sci.**, Madison, v.6, p. 36-40, 1966.
- GAMA, E. E. G.; PARENTONI, S.N.; PACHECO, C.A.P. et al. Estabilidade e produção de germoplasmas de milho avaliado em diferentes regiões do Brasil. **Pesq. Agrop. Bras.**, Brasília, v 35, n 6, p. 1143-1149, 2000.
- IPLANCE. **Anuário Estatístico do Ceará 1998/1999.** Fundação Instituto de Pesquisa e Informação do Ceará. Web: [Http://www.iplance.ce.gov.br/indicadores/tomo2.hym](http://www.iplance.ce.gov.br/indicadores/tomo2.hym). 2000.
- UFC. **Recomendações de adubação e calagem para o estado do Ceará.** Fortaleza, Universidade Federal do Ceará, 1993. 248p.

VENCOSVSKY, R; BARRIGA, P. **Genética  
biométrica no fitomelhoramento.** Ribeirão  
Preto: SBG, 1992. 486p.