

INTERAÇÃO COM AMBIENTE, ESTABILIDADE E ADAPTABILIDADE DE CULTIVARES DE MILHO PRECOCE NO ESTADO DO ESPÍRITO SANTO¹

Romário Gava Ferrão¹
Maria Amélia Gava Ferrão²
Aymbiré Francisco Almeida da Fonseca³

RESUMO

Foram avaliados 21 cultivares de milho precoce em 10 ensaios no período de 1996/97 a 1997/98, no Espírito Santo. Realizaram-se as análises de variância individual e conjunta, o estudo da interação cultivar x ambiente, por meio da decomposição da interação, da correlação fenotípica e da estratificação de ambientes, e a análise de adaptabilidade e estabilidade. Na análise conjunta obteve-se a interação cultivar x ambiente significativa, traduzindo, assim, um comportamento diferenciado dos materiais nos ambientes avaliados. Na decomposição da interação cultivar x ambiente, houve predominância da parte complexa, mostrando os ambientes 1 (FES – Sooretama), 6 (FEBN – Cachoeiro do Itapemirim) e 9 (EAFI-Colatina) como distintos. Os pares de ambientes menos correlacionados apresentaram maiores estimativas de interação complexa. Os cultivares P 3041 (Testemunha 2), XHT 20 B, DINA 766 e 6 ZEN 8392 destacaram-se quanto à adaptabilidade e estabilidade, na metodologia de Eberhart & Russel (1966), por apresentarem maiores produtividades médias, β_i não diferindo significativamente de 1, não-significância do desvio da regressão ($\sigma_{di}^2 = 0$) e coeficiente de determinação elevado (R^2). Pela metodologia de Cruz *et al.* (1989), destacaram-se os cultivares XHT 20B e MASTER nos ambientes favoráveis, tendo o primeiro apresentado média elevada de produção tanto nos ambientes favoráveis como nos desfavoráveis e desvio de regressão baixo. Nas duas metodologias de análise da adaptabilidade e estabilidade, o cultivar XHT 20B, desenvolvido pelo Incaper (Instituto Capixaba de Pesquisa, Assistência Técnica e Extensão Rural) foi apontado como promissor, podendo assim ser recomendado para o Estado do Espírito Santo.

Palavras-chave: *Zea mays*, cultivares, estabilidade, adaptabilidade, ambientes.

ABSTRACT

INTERACTION WITH ENVIRONMENT, STABILITY AND ADAPTABILITY OF EARLY MAIZE VARIETIES IN ESPIRITO SANTO STATE

Evaluations were undertaken for 21 early maize varieties through ten yield trials conducted from 1996-97 to 1997-98. Three situations were considered: (1) individual and aggregated analyses; (2) study of the interaction between cultivars and environment considering decomposition of interaction, phenotypic correlation and environmental stratification; (3) adaptability and stability. In the aggregated analysis significant genotype and environment interaction was observed and this can be translated into a differentiated behaviour of those varieties in the environments studied. In the decomposition of interaction cultivars x environment there was a predominance of the complex part, showing 1 (FES – Sooretama), 6 (FEBN – Cachoeiro do Itapemirim) and 9 (EAFI-Colatina) as differentiated environments. Pairs of environments less correlated presented larger estimations of complex interaction. In the use of Eberhart & Russel's (1966) methodology, the variety P 3041, XHT 20 B, DINA 766 and 6 ZEN 8392 were best evaluated in terms of adaptability and stability. They presented the highest average productivity, not differing with significance of the value 1, no significance on the deviation of regression ($\sigma_{di}^2 = 0$) and high coefficient of determination

¹ Instituto Capixaba de Pesquisa, Assistência Técnica e Extensão Rural (Incaper). Caixa Postal 391, CEP 29.052-010, Vitória, ES. E-mail: romario@incaper.es.gov.br.

² Embrapa Café/Incaper. BR 262, km 94, CEP 29375-000, Venda Nova do Imigrante, ES. E-mail: mferrao@incaper.es.gov.br.

³ Embrapa/Incaper. BR 262, km 94, CEP 29375-000, Venda Nova do Imigrante, ES. E-mail: aymbire@incaper.es.gov.br.

(R²). The use of Cruz *et al.* (1989) methodology pointed out varieties XHT 20B and MASTER for favourable environments. The first one presented high average yield either in favourable or in unfavourable environments and low regression deviation. Considering both methodologies of adaptability and stability, the XHT 20B variety, from Incaper, is promising, and it can be recommended for the Espírito Santo State.

Key-words: Zea mays, cultivars, stability, adaptability, environments.

INTRODUÇÃO

A escolha e recomendação de materiais genéticos com base em um único ambiente podem levar a resultados insatisfatórios para os agricultores que estiverem numa ecorregião diferente daquela onde os mesmos foram testados, em razão do efeito da interação cultivar x ambiente. Devido à sua importância para o melhoramento de plantas, vários autores têm dedicado atenção especial ao assunto, como Vencovsky & Barriga (1992) e Cruz & Regazzi (1994), que apresentam detalhadamente à sua estimação, interpretação e decomposição.

O teste F, significativo para a interação cultivar x ambiente, indica que o grupo de cultivar apresenta comportamento diferenciado em, pelo menos, um dos ambientes avaliados, mas não revela qual e, ou, quais ambientes foram responsáveis pela interação. A estratificação de ambientes, baseada na metodologia de Lin (1982), apresentada por Cruz & Regazzi (1994), permite que o melhorista conheça o padrão de similaridade dos ambientes trabalhados. Neste contexto, têm-se que a interação cultivar x ambiente pode ser decomposta em duas partes, simples e complexa. Esta última, por ser função da falta de correlação positiva entre as médias dos cultivares de um ambiente para o outro, é uma boa indicadora de que os cultivares superiores num ambiente podem não ser os mesmos de outro ambiente.

Desse modo, a escolha de ambientes parece ser tão importante quanto a do material genético, para que, ao se avaliar numa série ambiental, o melhorista também venha conhecer a adaptabilidade e estabilidade de produção dos materiais gerados pelo seu programa.

Segundo Cruz & Regazzi (1994), a adaptabilidade refere-se à capacidade de os cultivares aproveitarem vantajosamente o estímulo ambiental; enquanto a estabilidade, por sua vez, refere-se à capacidade de os cultivares mostrarem comportamento altamente previsível em função do estímulo do ambiente. Dentre os métodos de análise fundamentados em regressão linear simples, o de Eberhart & Russel (1966), pela sua simplicidade e eficiência, demonstradas por vários autores trabalhan-

do com diversas culturas, é um dos mais utilizados para esse propósito, e nos fundamentados em regressão bissegmentada, o de Cruz *et al.* (1989) tem sido também utilizado por vários autores.

Este trabalho visa estudar a interação cultivar x ambiente, a estabilidade e a adaptabilidade de produção de grãos de 21 cultivares de milho precoce avaliados pelo Instituto Capixaba de Pesquisa, Assistência Técnica e Extensão Rural (Incaper), no período compreendido entre as safras 1996/97 e 1997/98, em 10 ambientes do Estado do Espírito Santo.

MATERIAL E MÉTODOS

Durante os anos agrícolas 1996/97 e 1997/98, foram conduzidos 10 ensaios regionais de milho precoce no Estado do Espírito Santo, onde nove foram implantados em áreas experimentais do Incaper e um na Escola Agrotécnica Federal de Itapina (EAFI), em Colatina, conforme descrito a seguir:

. **Safra 1996/97** - 1. FES: Fazenda Experimental de Sooretama, Sooretama; 2. CRDR-N: Centro Regional de Desenvolvimento Rural Nordeste, Linhares; 3. FEBN: Fazenda Experimental de Bananal do Norte, Cachoeiro do Itapemirim; 4. FES/Safrinha; 5. FEBN/Safrinha; e 6. CRDR-N/Safrinha. Deve-se ressaltar que “safrinha” refere-se ao plantio da seca de 1997.

. **Safra 1997/98** - 7. FES; 8. FEBN; 9. EAFI-Colatina; e 10. CRDR-N.

Cada ensaio foi considerado um ambiente. O delineamento experimental utilizado foi o de blocos ao acaso, com três repetições de cada cultivar por ambiente. Foram analisados 19 cultivares comuns nesse período e as testemunhas AG 5011 e P 3041 (Tabela 1). Os tratamentos foram dispostos em parcelas de duas fileiras de 5,0 m de comprimento, espaçadas em 1,0 m, e utilizaram-se duas linhas de bordadura ao redor dos experimentos. A adubação foi baseada na análise de solos e a irrigação, os tratamentos culturais e fitossanitários foram feitos de acordo

com a necessidade da cultura. Procurou-se manter os ensaios livres de pragas e da competição com invasoras.

Das características avaliadas em comum nos 10 ensaios, foi selecionada a produção de grãos, em kg/ha, para este trabalho, em razão de sua importância como característica principal.

Inicialmente, foram feitas análises de variância (ANOVA) individuais, para cada ambiente, e conjunta. Considerou-se fixo o efeito de cultivar e os demais efeitos aleatórios.

A interação cultivar x ambiente foi decomposta em partes simples e composta, utilizando a expressão de Cruz & Castoldi (1991). Para tal, fez-se a análise conjunta dos ambientes, dois a dois. Realizou-se a estratificação de ambientes pela metodologia proposta por Lin (1982), apresentada por Cruz & Regazzi (1994), que consiste na estimação das somas de quadrados da interação cultivar x pares de ambientes, com posterior agrupamento dos dois ambientes, cuja interação é menor e não-significativa, com

base no teste F. A seguir, o processo foi repetido, tentando-se incluir um novo ambiente nesse primeiro grupo de dois ambientes, sendo eles agrupados três a três, depois quatro a quatro e assim sucessivamente, até que o teste F fosse significativo, indicando que nenhum outro ambiente pode ser incluído e que o processo deve ser reiniciado com aqueles que ainda não foram agrupados.

A análise de adaptabilidade e estabilidade foi feita baseada em análise de regressão linear e bissegmentada pelas metodologias de Eberhart & Russel (1966) e de Cruz et al. (1989), respectivamente.

Todas as análises estatísticas foram feitas com auxílio do programa computacional Genes (Cruz, 1997).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

O resumo das análises de variância por ambiente, referente à produção de grãos em kg/ha, encontra-se na Tabela 2. Verificaram-se diferenças significativas entre cultivares ($P < 0,01$) nos ambientes 1, 3, 6 e 7, evidenci-

Tabela 1 – Relação dos cultivares de milho precoce avaliados no Estado do Espírito Santo, em 1996/98, com as respectivas empresas produtoras.

Cultivares	Tipo de Material ¹	Empresa Produtora
XL 360	HT, LSD	BRASKALB
ZEN 84 E90	HT, LSDURO	ZÊNECA
AL 25	V, LSDURO	CATI
AGX 9674	HSM, LDURO	AGROCERES
DENSUS	HT, LDURO	NOVARTIS
ZEN 8392	HS, LSDURO	ZÊNICA
MASTER	HT, LDENTADO	NOVARTIS
AGX 5482	HT, LSDURO	AGROCERES
XL 345	HT, LSD	BRASKALB
COL CO 32	HT, LSDURO	COLORADO
COL CO 34	HD, LSD	COLORADO
ZEN 8474	HS, LSDURO	ZÊNECA
AG 5011 – T1	HT, ASDURO	AGROCERES
ZEN 8300	HT, LSDURO	ZÊNECA
EXCELER	HT, LDURO	NOVARTIS
P3041 – T2	HT, LDURO	PIONEER
DINA 657	HSM, LSDURO	DINAMILHO
XHT 20B	HT, LSDURO	EMCAPA/CPDN
DINA 766	HSM, LSDURO	DINAMILHO
DINA 769	HT, LDURO	DINAMILHO
C 909	HS, LSDURO	CARGILL

¹ V = Variedade, HD = Híbrido duplo, HT = Híbrido triplo, HS = Híbrido simples, HSM = Híbrido simples modificado, LSD = Laranja semidentado, LDURO = Laranja duro e LSDURO = Laranja semiduro.

Tabela 2 – Análise de variância das produções de grãos de milho, em 10 ambientes.

Ambientes ¹	Anos ²	QM		C.V. (%)	Média (kg/ha)
		Cultivares	Resíduo		
1. FES	1996/97	2900638,86	248508,33 **	7,90	6306,46
2. CRDR-N	1996/97	2678855,84	2067043,69	21,13	6802,75
3. FEBN	1996/97	3966018,96	461529,93 **	9,63	7054,60
4. FES	1997/97	1324309,32	546940,33	9,48	7798,51
5. FEBN	1997/97	2198141,75	1851772,62	19,99	6807,69
6. CRDR-N	1997/97	2323677,72	495559,44 **	9,68	7268,01
7. FES	1997/98	3601434,43	601076,89 **	12,00	6459,10
8. FEBN	1997/98	4540434,99	1360191,96	15,77	7393,22
9. EAFI-Colatina	1997/98	2440934,61	1115280,03	23,85	4428,35
10. CRDR-N	1997/98	2540701,33	993282,94	16,70	5967,48
GL		20	40		

¹ 1 = FES 96/97; 2 = CRDR-N 96/97; 3 = FEBN 96/97; 4 = FES 97/Safrinha; 5 = FEBN 97/Safrinha; 6 = CRDR-N 97/Safrinha; 7 = FES 97/98; 8 = FEBN 97/98; 9 = EAFI-Colatina 97/98; e 10 = CRDR-N 97/98. ² 1996/97 = Plantio das águas de 1996; 1997/97 = Plantio da seca de 1997 - “safrinha” ; e 1997/98 = Plantio das águas de 1997. ** Significativo pelo teste F a 1% de probabilidade.

ando variabilidade fenotípica entre os cultivares testados, coeficientes de variação oscilando de 7,90 a 23,85% e a produção média de grãos por ambiente alta, mostrando o potencial produtivo destes materiais para o Estado do Espírito Santo.

Na análise conjunta verificaram-se diferenças altamente significativas ($P < 0,01$) para cultivares, ambientes e interação cultivares x ambientes (Tabela 3). O efeito significativo da interação traduz um comportamento diferencial dos cultivares nos ambientes avaliados, o que pode ser verificado por um estudo de estratificação de ambientes.

A existência da interação entre cultivar x ambiente esta associada a dois fatores: o simples, que é proporcionado pela diferença de variabilidade entre cultivares nos ambientes, e o complexo, que é dado pela falta de correlação entre cultivares em pares de ambientes (Robertson, 1959). Quando há predominância da parte complexa da interação, os cultivares superiores em um ambiente provavelmente não terão o mesmo comportamento em outros ambientes. O complemento para a interação total é a parte simples da interação. A predominância da parte simples é a mais desejada, em razão de não variar muito a ordem de classificação dos cultivares de um ambiente para outro, enquanto na complexa têm-se inconsistência de resposta dos cultivares face às variações ambientais.

Na Tabela 4 são apresentados, acima da diagonal principal, os valores, em percentual, da interação culti-

vares x ambiente, que são devidos à parte complexa, e abaixo da diagonal principal, as estimativas dos coeficientes de correlação simples entre médias dos cultivares para as combinações dos 10 ambientes, dois a dois. Verificou-se predominância da parte complexa, em que as maiores estimativas foram obtidas nos ambientes 5 e 7, 1 e 8, 1 e 3, 1 e 9 e 5 e 9, enquanto as menores nos ambientes 1 e 4, 3 e 8, 8 e 9, 4 e 7 e 6 e 8. Comparando as estimativas das correlações com os da parte complexa, observa-se que os pares de ambientes menos correlacionados são os que apresentam maiores estimativas percentuais da parte da interação complexa, e vice versa.

Estes resultados permitem inferir que os ambientes 1 (FES, Sooretama), 5 (FEBN, Cachoeiro de Itapemirim) e 9 (EAFI, Colatina) são distintos, devendo assim serem mantidos na avaliação de cultivares de milho visando o

Tabela 3 - Análise de variância conjunta das produções de grãos de milho.

F.V.	GL.	Q.M.
Blocos/ A	20	4973852,62
Cultivares (C)	20	12569019,03 **
Ambientes (A)	9	56117147,09 **
C x A	180	1771792,87 **
Resíduo	400	974118,27
Média (kg/ha)	6628,62	
C.V. (%)	14,89	

** Significativo pelo teste F a 1% de probabilidade.

Tabela 4 – Parte complexa da interação cultivares x ambiente, em % (acima da diagonal principal), e estimativas dos coeficientes de correlação simples entre médias dos 21 cultivares (abaixo da diagonal principal).

Ambientes ¹	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1		84,91	97,14	43,41	93,60	80,03	55,83	98,60	94,70	91,18
2	0,28		73,14	77,85	78,56	78,72	82,63	82,56	89,34	65,15
3	0,03	0,43		69,36	76,14	46,19	88,72	45,75	68,09	63,32
4	0,70	0,28	0,29		78,62	68,57	47,94	63,42	62,22	76,21
5	0,10	0,37	0,34	0,32		75,37	99,40	86,65	94,25	82,94
6	0,34	0,37	0,73	0,46	0,43		69,60	47,98	77,98	61,17
7	0,67	0,29	0,21	0,60	-0,05	0,47		77,64	65,14	65,43
8	0,02	0,25	0,79	0,33	0,13	0,68	0,38		46,17	57,88
9	0,09	0,20	0,48	0,53	0,11	0,39	0,54	0,70		74,30
10	0,16	0,57	0,55	0,32	0,31	0,62	0,54	0,59	0,45	

¹ 1 = FES 96/97; 2 = CRDR-N 96/97; 3 = FEEN 96/97; 4 = FES 97/Safrinha; 5 = FEEN 97/Safrinha; 6 = CRDR-N 97/Safrinha; 7 = FES 97/98; 8 = FEEN 97/98; 9 = EAFI-Colatina 97/98; e 10 = CRDR-N 97/98.

lançamento e, ou, a recomendação, bem como devem ser considerados como locais bases para a condução do programa de melhoramento de milho no Estado.

O agrupamento dos ambientes, baseado na não-significância da interação, é apresentado na Tabela 5. Estes resultados mostram a ordem exata em que os ambientes foram agrupados. Assim, como esperado, os ambientes mais similares foram o 1 (FES, 1996/97) e o 4 (FES, 1997 “safrinha”), seguidos de 7 (FES, 1997/98) e 6 (CRDR-N, 1997 “safrinha”). Nestes casos, têm-se a mesma região de avaliação do trabalho, região nordeste, com variação no período de teste. Verifica-se, assim, que há mais dissimilaridade entre locais do que épocas, sendo imprescindível manter os outros locais de trabalho com vistas a se ter representatividade de condições ambientais para condução do programa de melhoramento e, ou, recomendações de cultivares de milho para o Estado do Espírito Santo.

Tabela 5 – Grupos de ambientes que proporcionaram interação cultivares x ambiente não-significativa para os cultivares envolvidos.

Grupos	Ambientes ¹
I	1, 4, 7, 6
II	6, 10, 3, 8
III	4, 9
IV	2, 5

¹ 1 = FES 96/97; 2 = CRDR-N 96/97; 3 = FEEN 96/97; 4 = FES 97/Safrinha; 5 = FEEN 97/Safrinha; 6 = CRDR-N 97/Safrinha; 7 = FES 97/98; 8 = FEEN 97/98; 9 = EAFI-Colatina 97/98; e 10 = CRDR-N 97/98.

Logo, para o sucesso de um programa de melhoramento, a escolha dos locais onde serão conduzidos os ensaios é tão importante quanto a do germoplasma, uma vez que a adaptação dos cultivares gerados será determinada pela interação entre fatores genéticos e ambientais. Desta forma, a quantificação da parte complexa da interação cultivar x ambiente e a estratificação de ambientes constituem itens de fundamental importância para direcionar a estratégia de melhoramento tanto na escolha dos ambientes como na dos cultivares, conforme sua adaptabilidade e estabilidade a determinada condição ambiental.

No estudo de adaptabilidade e estabilidade, os resultados da análise de variância pela metodologia de Eberhart & Russel (1966) estão na Tabela 6. A significância do teste F, a 5% de probabilidade, para ambientes lineares, mostra que os resultados são explicados pela regressão linear, indicando variações significativas no ambiente, a ponto de provocar alterações nas médias dos cultivares, e entre os desvios combinados da regressão, mostra que a estabilidade de comportamento dos cultivares não foi a mesma para todos os materiais avaliados.

Segundo Eberhart & Russel (1966), o coeficiente de regressão linear β_1 estima a adaptabilidade do genótipo, ou seja, sua capacidade de aproveitar vantajosamente o estímulo ambiental. Neste contexto, classifica as cultivares como de adaptabilidade geral ($\beta_1 = 1$), específica a ambientes favoráveis ($\beta_1 > 1$) e a ambientes desfavoráveis ($\beta_1 < 1$). O mesmo autor avalia o desvio da regressão, σ_{di}^2 , como parâmetro de estabilidade, entendido como previsibilidade. Este parâmetro está relacionado à significância dos desvios da regressão, conferindo ao

genótipo a classificação de estável ou de comportamento previsível quando os desvios da regressão forem não-significativos, ou instáveis, em caso contrário. Quando a cultivar apresenta baixo σ_{di}^2 significa que seu compor-

tamento será, provavelmente, similar em ambientes similares, apresentando, portanto, alta previsibilidade.

Pelas estimativas dos parâmetros de adaptabilidade (Tabela 7), verifica-se que apenas o cultivar COL CO 32

Tabela 6 – Análise de variância pela metodologia de Eberhart e Russel (1966).

FV	GL	QM	F
Cultivares (C)	20	12569764,00	7,09 **
Ambientes (A)	9	56119360,00	31,67 **
C x A	180	1771714,87	1,82 **
A/C	189	4359698,00	4,47 **
A Linear	1	505072576,00	518,49 **
C x A Linear	20	1034715,18	1,06
Desvio combinado	168	1775069,00	1,82 **
Resíduo	400	974118,25	

** Significativo pelo teste F a 1% de probabilidade.

Tabela 7 – Estimativas da média geral de produção e dos parâmetros de adaptabilidade e estabilidade de produção, pela metodologia de Eberhar & Russel (1966), de 21 cultivares de milho precoce, avaliados em 10 ambientes do Espírito Santo.

Cultivares	Rendimento (kg/ha)	$\hat{\beta}_{ii}$	$\hat{\sigma}_{di}^2$	R ² _i (%)
XL 360	6775 ab	1,31	304932,59 “	73,1
ZEN 84 E90	5745 bcd	0,88	1381508,75 “	31,3
AL 25	5241 cd	1,14	969973,00 “	50,1
AGX 9674	6236 abcd	0,91	-163756,00	83,8
DENSUS	5155 d	0,74	-264993,53	90,2
ZEN 8392	7005 ab	0,95	32964,42	71,9
MASTER	6921 ab	1,19	64655,92	78,6
AGX 5482	6955 ab	0,75	256081,37	49,1
XL 345	6982 ab	0,87	-184277,92	84,4
COL CO 32	6127 abcd	1,36 *	484152,25 ’	69,5
COL CO 34	6759 ab	1,14	53260,50	77,6
ZEN 8474	7097 ab	0,70	256317,95	45,7
AG 5011-T1	6375 abcd	1,18	875558,75 “	53,6
ZEN 8300	6714 abc	0,82	480703,59 ’	45,5
EXCELER	6850 ab	0,91	236086,17	59,6
P 3041-T2	7571 a	1,26	292526,91	72,2
DIN 657	7353 a	0,76	468751,25 ’	42,1
XHT 20B	7361 a	1,19	-75896,25	85,1
DINA 766	7060 ab	1,08	28083,33	79,7
DINA 769	6282 abcd	0,77	25340,00	63,2
C909	6632 abcd	1,08	140849,00	71,6

¹ Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem entre si, a 5% de probabilidade, pelo teste de Tukey.* significativamente diferente de um, pelo teste t, a 5% de probabilidade.”, ’: significativamente diferente de zero, pelo teste F, a 1 e 5% de probabilidade, respectivamente.

apresentou significativamente diferente de um, evidenciando, no caso, adaptabilidade específica a ambientes favoráveis. Todavia, apresentou desvio de regressão significativamente diferente de zero, coeficiente de determinação relativamente baixo e produtividade média de grãos abaixo da média geral.

Os materiais genéticos que apresentaram estabilidade de comportamento, ou seja, desvios da regressão, não diferindo significativamente de zero, e reuniram adaptabilidade geral ($\beta_1 = 1$), médias e coeficientes de determinação elevados ($\beta_0 > 7000$ kg/ha e $R^2 > 70\%$) foram os cultivares P3041 – Testemunha 2, XHT 20 B, DINA 766 e ZEN 8392.

A metodologia de Cruz *et al.* (1989) baseada na análise de regressão bissegmentada, avalia a resposta de cultivares em dois grupos de ambientes, favoráveis e desfavoráveis, os quais se caracterizam por apresentar índices ambientais positivos e negativos, respectiva-

mente. Consideram como parâmetros de adaptabilidade a média geral (β_{0i}), a resposta linear aos ambientes desfavoráveis (β_{1i}) e a resposta linear aos ambientes favoráveis ($\beta_{1i} + \beta_{2i}$). A estabilidade é avaliada pelo desvio da regressão de cada cultivar em função das variações ambientais ($\sigma_{\delta i}^2$) e pelo coeficiente de determinação genotípico (R^2). Cultivares que reúnem β_0 elevado, $\beta_1 < 1$, $(\beta_{1i} + \beta_{2i}) > 1$, $\sigma_{\delta}^2 \approx 0$ e R^2 alto, são considerados ideais, e os que apresentam β_0 elevado, $\beta_1 > 1$, $(\beta_{1i} + \beta_{2i}) > 1$, $\sigma_{\delta}^2 \approx 0$ e R^2 alto, são os indicados para ambientes favoráveis.

A análise baseada nesta metodologia apresentou os ambientes 1, 7, 9 e 10 com índices ambientais negativos, e os ambientes 2, 3, 4, 5, 6 e 8 positivos. As estimativas das médias e dos parâmetros de adaptabilidade e estabilidade de produção encontram-se na Tabela 8. Verificase que para ambientes favoráveis sobressaíram os cultivares XHT 20B e MASTER. Deve-se ressaltar que XHT

Tabela 8 – Estimativas da média de produção (kg/ha) e dos parâmetros de adaptabilidade e estabilidade de produção, pela metodologia de Cruz *et al.* (1989) de 21 cultivares de milho precoce, avaliados em 10 ambientes do Espírito Santo.

Cultivares	Médias de ambientes			$\hat{\beta}_i$	$\hat{\beta}_i + \hat{\beta}_{2i}$	$\hat{\sigma}_{\delta i}^2$	R_i^2 (%)
	Geral ¹	Desfav.	Favor.				
XL 360	6775 ab	5602	7558	1,52 *	-0,83	-130716,19	92,7
ZEN 84 E90	5745 bcd	5474	5926	0,91	0,54	1612133,58	31,8
AL 25	5241 cd	3748	6237	1,29	-0,44	869119,83	59,7
AGX 9674	6236 abcd	5604	6658	0,84	1,57	-190981,80	88,2
DENSUS	5155 d	4578	5539	0,71	0,96	-261995,03	91,0
ZEN 8392	7005 ab	6479	7356	0,94	1,03	83397,04	71,9
MASTER	6921 ab	6036	7512	1,16	1,55	105530,50	79,3
AGX 5482	6956 ab	6139	7499	0,65	1,68	238329,92	56,9
XL 345	6982 ab	6248	7472	0,82	1,37	-192820,36	87,2
COL CO 32	6127 abcd	5179	6759	1,18	3,04	274441,25	80,2
COL CO 34	6759 ab	5535	7575	1,25	0,08	-21893,71	84,2
ZEN 8474	7097 b	6767	7317	0,58	1,86	185184,50	58,4
AG 5011-T1	6375 abcd	4924	7342	1,26	0,35	968430,33	56,3
ZEN 8300	6714 abc	6442	6896	0,75	1,53	5 37146,08	48,9
EXCELER	6850 ab	5926	7466	0,88	1,16	308667,45	60,0
P 3041-T2	7571 a	6156	8514	1,37	0,20	251864,37	77,1
DIN 657	7354 a	6671	7809	0,78	0,53	576104,42	42,5
XHT 20B	7361 a	6327	8051	1,16	1,51	-52210,85	85,7
DINA 766	7060 ab	6353	7532	1,11	0,76	2483,54	80,4
DINA 769	6282 abcd	5575	6753	0,70	1,50	14120,21	68,8
C909	6632 abcd	5836	7163	1,09	1,01	206896,37	71,7

¹ Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem entre si, a 5% de probabilidade, pelo teste de Tukey.* Significativamente diferente de 1, pelo teste t, a 5% de probabilidade.

20B apresenta média elevada tanto nos ambientes favoráveis como nos desfavoráveis e desvio de regressão baixo.

Nas duas metodologias de análise da adaptabilidade e estabilidade o cultivar XHT 20B, desenvolvido pelo Instituto Capixaba de Pesquisa, Assistência Técnica e Extensão Rural (Incaper), foi apontado como promissor, podendo assim ser recomendado para o Estado do Espírito Santo.

REFERÊNCIAS

- CRUZ C.D (1997) Programa GENES, aplicativo computacional em genética e estatística. Viçosa, Imprensa Universitária – UFV. 442 p.
- CRUZ CD & CASTOLDI F (1991) Decomposição da interação cultivar x ambientes em partes simples e complexa. Revista Ceres, 38: 422-30.
- CRUZ CD & REGAZZI AJ (1994) Modelos biométricos aplicados ao melhoramento genético. Viçosa, Imprensa Universitária – UFV. 390 p.
- CRUZ C, TORRES RA de & VENCOVSKY R (1989) An alternative approach to the stability analysis proposed by Silva e Barreto. Revista Brasileira de Genética, 12: 567-80.
- EBERHART SA & RUSSEL WA (1966) Stability parameters for comparing varieties. Crop Science, 6: 36-40.
- ROBERTSON A (1959) Experimental design on the measurement of heritabilities and genetic correlations. Biometrical genetics. New York: Pergamon Press, 186 p.
- VENCOVSKY R & BARRIGA P (1992) Genética biométrica no fitomelhoramento. Ribeirão Preto, Revista Brasileira de Genética, 496 p.