

IDENTIFICAÇÃO DE CULTIVARES DE MILHO COM BASE NA ANÁLISE DE ESTABILIDADE FENOTÍPICA

VALÉRIA SCHIMITZ MARODIM¹, LINDOLFO STORCK², SIDINEI JOSÉ LOPES³, OSMAR SOUZA DOS SANTOS⁴, MARCELO FERNANDES DE SOUZA⁵

RESUMO - Dados de rendimento de grãos de milho foram usados com o objetivo de identificar os cultivares que apresentam os melhores resultados em relação à expectativa de produtividade. Procedeu-se a análise conjunta, para cada ciclo, e a análise de estabilidade fenotípica pelo modelo bi-segmentado descontínuo desbalanceado (STORCK, 1989). O total de ambientes (1994/95 e 1995/96) nos ciclos superprecoce, precoce e normal foi, respectivamente, 18, 20 e 19, e o número de cultivares foi 34, 44 e 19, respectivamente. Os cultivares foram classificados para ambientes médios, máximos, acima da média, diversos (qualquer ambiente), inferiores e cultivares não recomendados. Os cultivares Agromen 3050, C 969, AGX 6272, Dina 170, Dina 771, P 3063, AG 672 e AG 9023 são os que apresentam um desempenho mais próximo do ideal (ambiente diverso); os cultivares AG 9012, AG 9014, Dina 766, AG 521 e AG 951 são recomendados apenas para ambientes de alta expectativa de produtividade.

Palavras-chave: *Zea mays L.*, híbrido, genótipo x ambiente, produção de grão.

MAIZE CULTIVAR RECOMMENDATION BASED ON PHENOTYPIC STABILITY ANALYSIS

ABSTRACT - Grain yield was used to perform a phenotypic stability analysis in maize. The yield data were obtained from a group of maize trials classified as very early, early and normal cycles. Data were analyzed within each maturity group and phenotypic stability was done using the unbalanced discontinuous bi-segmented model (STORCK, 1989). A total of 18, 20, and 19 environments (1994/95 and 1995/96 growing seasons) and 34, 44, and 19 cultivars were used in the analysis for very early, early and normal maturity groups, respectively. Cultivars were ranked from intermediate, maximum, higher than intermediate, diverse and lower environment to not recommend. The cultivars Agromen 3050, C 969, AGX 6272, Dina 170, Dina 771, P 3063, AG 672 and AG 9023 are those that performed well in a diverse environmental conditions. The cultivars AG 9012, AG 9014, Dina 766, AG 521 and AG 951 are only recommended for environmental conditions related to high yield expectation.

Key words: *Zea mays L.*, hybrid, genotype x environment, grain yield.

INTRODUÇÃO

O milho é uma cultura produzida praticamente em todo o Território Nacional, este fato mostra a sua importância social e econômica, além de evidenciar as diferentes formas de produção em relação ao clima, solo e tecnologia. O rendimento de grãos dos diferentes cultivares são influenciados por fatores ambientais, que podem variar entre locais e/ou anos, podendo haver interação entre cultivares e ambiente, ou seja, a forma com que cada cultivar responde à variação ambiental (MUNGOMERY et

al., 1974; VERNETTI et al., 1990). O estudo detalhado da interação genótipo x ambiente é recomendado para melhor caracterizar e permitir determinar quais são os melhores cultivares para as diferentes condições ambientais. Para fins de recomendação para os agricultores, pode-se identificar um cultivar estável e/ou que responda às melhorias das condições ambientais (MINOR e BERLATO, 1977).

As primeiras avaliações do comportamento dos cultivares, através do estudo da interação genótipo x ambiente, foi proposto por YATES e COCHRAN

¹Engenheiro Agrônomo, Mestre em Agronomia, UFSM.

²Engenheiro Agrônomo, Dr., Prof. Titular do Departamento de Fitotecnia da UFSM. 97105-900 Santa Maria, RS. Bolsista do CNPq. E_mail: storck@ccr.ufsm.br (Autor para correspondência)

³Engenheiro Agrônomo, Mestre, Professor Assistente, UFSM

⁴Engenheiro Agrônomo, Dr., Prof. Aposentado, CCR/UFSM, Pesquisador do CNPq.

⁵ Acadêmico do Curso de Agronomia da UFSM

Recebido para publicação em 10/12/1999.

(1938), e consistia em analisar os diversos cultivares em vários ambientes. FINLAY e WILKINSON (1963) desenvolveram um método de regressão linear, para avaliar o comportamento das plantas utilizando apenas os dados de rendimento. Este método foi modificado por EBERHART e RUSSEL (1966), com a introdução da estatística desvio da regressão. VERMA et al. (1978) dividiram os ambientes em duas partes, com dois segmentos de reta, um para ambientes desfavoráveis (negativo) e outro para ambientes favoráveis (positivo). STORCK (1989) propôs um modelo linear bi-segmentado descontínuo, incluindo um parâmetro de descontinuidade com independência entre os dois segmentos de reta, permitindo melhor caracterização das respostas dos cultivares em relação à variação ambiental.

A análise de estabilidade fenotípica de cultivares, através do modelo de regressão bi-segmentada, possui maior flexibilidade para a caracterização das diferentes respostas dos genótipos à variação ambiental, em relação ao modelo de regressão linear simples. Entretanto, SILVA (1998) ressalta que a fixação arbitrária do índice ambiental zero, como ponto comum de alteração das taxas de respostas dos genótipos é um aspecto crítico desse modelo. Por esse motivo, ele propôs o modelo de análise de adaptabilidade por regressão bi-segmentada com estimação da junção dos segmentos. Utilizando cultivares de milho, STORCK (1998) sugere o modelo bi-segmentado descontínuo desbalanceado, visando um maior número de ambientes na análise, desde que: as faltas de cultivares sejam distribuídas de forma uniforme

aproximadamente, nos diferentes ambientes e que a falta de cultivares não ultrapasse 25%. Cada cultivar deve ocorrer pelo menos em dois ambientes favoráveis e em dois desfavoráveis.

Este estudo foi desenvolvido com o objetivo de identificar os cultivares de milho, que apresentam melhores resultados em relação à variação ambiental, utilizando o modelo bi-segmentado descontínuo desbalanceado (STORCK, 1998).

MATERIAL E MÉTODOS

Foram utilizados os dados de rendimento de grãos (t/ha) de grupos de ensaios de milho, de ciclo superprecoce (34 cultivares em 18 locais), precoce (44 cultivares em 20 locais) e normal (19 cultivares em 19 locais), conforme classificação dos cultivares adotados pelos coordenadores dos ensaios, ou seja pela soma térmica atingida até o pendoamento. Estes ensaios fazem parte da Rede Estadual de Ensaios de cultivares recomendados do Rio Grande do Sul, coordenada pela Fundação Estadual de Pesquisa Agropecuária (FEPAGRO), com a participação de algumas empresas ligadas à pesquisa.

Os ensaios, nos anos de 1994/95 e 1995/96, foram conduzidos segundo o delineamento experimental de blocos ao acaso, com até quatro repetições, e unidades experimentais variando entre 8 e 10 m². A densidade de semeadura recomendada foi de 65.000 (superprecoce), 55.000 (precoce) e 50.000 plantas/ha (normal). Os locais do ano de 1994/95 mais os locais de 1995/96 formaram a totalidade dos ambientes para cada ciclo dos cultivares (Tabela 1).

TABELA 1 - Ano, número de cultivares (NC) e índice ambiental ($\hat{\tau}_j$) para os ambientes dos grupos de ensaios de milho de ciclo superprecoce, precoce e normal.

Amb.	Superprecoce			Precoce			Normal		
	Ano	NC	$\hat{\tau}_j$	Ano	NC	$\hat{\tau}_j$	Ano	NC	$\hat{\tau}_j$
1	94/95	20	-2,50	94/95	33	-2,00	94/95	15	-1,45
2	94/95	20	-0,08	94/95	33	4,08	94/95	15	3,01
3	94/95	20	-0,23	94/95	33	-1,10	94/95	15	0,09
4	94/95	20	0,40	94/95	33	-0,62	94/95	15	0,88
5	94/95	20	-0,19	94/95	33	0,23	94/95	15	0,08
6	94/95	20	3,11	94/95	33	1,91	94/95	15	0,07
7	94/95	20	0,37	94/95	33	1,07	94/95	15	2,86
8	94/95	20	-1,04	94/95	33	-0,99	94/95	15	-0,35
9	94/95	20	2,35	94/95	33	1,68	94/95	15	0,22
10	94/95	20	0,47	94/95	33	0,79	94/95	15	1,57
11	95/96	32	-3,31	95/96	32	4,06	94/95	15	0,11
12	95/96	32	-1,88	95/96	32	-2,09	95/96	14	-2,54
13	95/96	32	-0,49	95/96	32	-1,95	95/96	14	1,02
14	95/96	32	1,80	95/96	32	-2,58	95/96	14	-3,61
15	95/96	32	3,68	95/96	32	2,37	95/96	14	-1,04
16	95/96	32	-2,93	95/96	32	0,37	95/96	14	-0,34
17	95/96	32	0,45	95/96	32	-3,80	95/96	14	3,85
18	95/96	32	-0,00	95/96	32	-0,60	95/96	14	-1,91
19	-	-	-	95/96	32	-0,26	95/96	14	-2,51
20	-	-	-	95/96	32	-0,56	-	-	-

Procedeu-se a análise conjunta para testar hipóteses sobre o efeito da interação e da variância dos ambientes dentro de cada cultivar. Para os cultivares em que a variância de ambientes foi significativa, procedeu-se a análise de estabilidade pelo modelo bi-segmentado descontínuo desbalanceado com ajuste devido aos erros nas variáveis (STORCK, 1998). A estimação e os testes de hipóteses foram executados com o uso do programa BSDD (Modelo bi-segmentado descontínuo desbalanceado), desenvolvido por STORCK (1998).

A classificação dos cultivares deu-se em função de sua média, nos ambientes inferiores e/ou superiores e no geral, comparada com a média geral de todos os cultivares nessas condições, em função das estimativas dos parâmetros da equação bi-segmentada descontínua, da qualidade do ajustamento, da menor variância dos desvios e/ou do maior coeficiente de determinação (R^2). Assim, foram identificadas as seguintes categorias de cultivares:

- Cultivares recomendados apenas para ambientes médios – são aqueles com média acima da média geral dos ensaios, com β_1 maior ou igual a 1,0, com β_2 negativo e R^2 alto (maior que 80%);
- Cultivares recomendados apenas para ambientes máximos - são aqueles com média no ambiente inferior abaixo da média dos ambientes inferiores, e média no ambiente superior acima da média dos ambientes superiores, com $\beta_1 > 1$ e $\beta_2 > 0$ e R^2 alto, sendo a expectativa de produção, no ambiente máximo, muito alta;
- Cultivares recomendados apenas para ambientes acima da média – são aqueles cultivares com média nos ambientes inferiores, abaixo da média dos ambientes inferiores e com média, nos ambientes superiores, acima da média dos ambientes superiores, com $\beta_1 + \beta_2$ maior que um, e coeficiente de determinação alto;
- Cultivares recomendados para qualquer ambiente – são os cultivares com média, no ambiente inferior e superior, acima das médias (dos ambientes inferiores e superiores, respectivamente), sendo β_1 menor que um e $\beta_1 + \beta_2$ maior que 1,0 e com R^2 alto;

- Cultivares recomendados para ambientes inferiores – são os cultivares com média acima da média geral dos ensaios, média inferior acima da média dos ambientes inferiores e média superior abaixo da média dos ambientes superiores, com β_1 menor que 1,0 e β_2 menor que zero e R^2 alto; e,
- Cultivares não recomendados – são os cultivares com média abaixo da média geral e/ou R^2 baixo, não se enquadrando nas classes acima.

Essas classificações permitem que sejam indicados os cultivares aos produtores mediante avaliação do histórico de cada produtor e da proposta de tecnologias (adubação, irrigação, máquinas, e outros) a serem empregadas na lavoura.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os ambientes onde foram executados os ensaios, o ano, o número de cultivares (NC) e o índice ambiental ($\bar{\tau}_j$) para os ciclos superprecoce, precoce e normal estão representados na Tabela 1. Observa-se, para os três ciclos, o desbalanceamento dos dados, através dos diferentes números de cultivares de um ano para outro devido à substituição de cultivares. Dos 18 ambientes do ciclo superprecoce, 10 foram classificados como piores ($\bar{\tau}_j < 0$) e oito como melhores ($\bar{\tau}_j > 0$). Em 20 ambientes do ciclo precoce, 11 foram considerados piores, e nove, melhores. Em 19 ambientes de ciclo normal, 8 foram os piores e 11 os melhores. Pôde-se observar que, essas classificações dos ambientes estiverem associadas com fatores de redução de produtividade, em que, entre os piores ambientes, ocorreram vários fatores tais como: estiagem, variação no florescimento, vento, excesso de chuva, granizo, pragas e baixo pH do solo. Nos melhores ambientes, a frequência desses fatores foi três vezes menor.

A interação cultivar x ambiente foi significativa, como também foram significativas, em nível de 1% de probabilidade de erro, as variações entre ambientes dentro de todos os cultivares, nos três ciclos, condições estas adequadas para a análise de estabilidade.

Os principais resultados das análises de estabilidade estão apresentados na Tabela 2 (superprecoce), Tabela 3 (precoce) e Tabela 4 (normal). Nenhum cultivar, nos três ciclos, teve a

hipótese $H_0: \beta_3 = 0$ rejeitada. Para as hipóteses $H_0: \beta_1 = 1$ e $H_0: \beta_2 = 0$ ocorreram poucos casos de rejeição, sendo que nenhum cultivar de ciclo precoce (Tabela 3) teve a hipótese $H_0: \beta_1 = 1$ ou $H_0: \beta_2 = 0$ rejeitada. Todos os R^2 , para os três grupos de

cultivares (superprecoce, precoce e normal) foram significativos e maiores do que 80% e as médias dos R^2 nos três grupos é igual a 94%. Não se pode, então, afirmar que houve cultivar com baixo R^2 . Assim, a caracterização dos cultivares é baseada, com maior ênfase, nas médias dos cultivares em ambientes inferiores e/ou superiores e na média geral.

TABELA 2 - Estimativas dos parâmetros (β_1 e β_2) do modelo bi-segmentado descontínuo, médias em ambientes inferiores, superiores e geral e coeficiente de determinação (R^2) para os cultivares de milho de ciclo superprecoce (t/ha)

Cultivar	β_1	β_2	Média inferior	Média superior	Média geral	R^2
1 AG 513	0,989	-0,272	5,312	7,648	6,480	91,49
2 AG 6012	1,082	-0,047	5,620	8,357	6,836	91,48
3 Agromen 2012	1,131	-0,064	5,258	8,574	6,732	96,10
4 Agromen 3000	0,869	-0,061	5,326	7,551	6,315	94,52
5 Agromen 3050	0,808	0,207	5,732	8,698	7,050	84,51
6 XL 330	1,083	-0,262	5,097	8,484	6,602	88,29
7 XL 510	1,032	0,084	4,867	7,829	6,183	92,05
8 XL 520	0,868	0,700	5,557	6,738	6,148	91,53
9 C 701	0,893	0,320	4,948	8,122	6,359	90,97
10 C 805	1,048	0,000	5,387	8,265	6,666	90,69
11 C 808	1,177	-0,362	5,541	8,664	6,929	95,50
12 C 855	0,914	0,241	5,518	8,575	6,877	92,41
13 C 901	0,850	-0,129	5,312	8,421	6,694	95,13
14 C 969	0,745	0,160	5,105	8,317	6,533	91,92
15 Veloz	0,892	0,143	4,701	7,501	5,946	89,88
16 Hatã 2000	1,152	0,095	4,607	7,368	5,834	93,83
17 P 3069	1,106	-0,268	5,293	8,301	6,630	92,76
18 P 3072	0,973	-0,008	5,482	8,098	6,645	97,15
19 Zeneca 8392	1,134	-0,116	5,386	7,776	6,448	85,17
20 Save 394	1,349	-0,295	4,187	7,101	5,482	90,92
21 AGX 6272	0,564	0,407	5,022	8,651	6,383	97,05
22 AG 9012	1,039	0,312	4,973	9,157	6,542	97,54
23 AG 9014	0,776	0,415	4,772	8,815	6,288	94,82
24 AS 22	1,036	0,089	4,301	7,819	5,620	97,30
25 Agromen 3060	0,900	0,096	5,362	8,493	6,536	99,22
26 Agromen 3100	0,722	0,369	4,976	7,265	5,834	95,10
27 XL 220	1,188	-0,779	4,667	8,333	6,042	96,63
28 C 501	1,112	0,135	4,008	7,450	5,299	94,41
29 C 606	1,072	-0,441	4,544	7,901	5,803	97,18
30 C 956	1,181	-0,042	4,737	8,231	6,047	98,39
31 Dina 766	0,966	0,148*	4,827	8,713	6,285	99,94
32 Dina 769	0,908	0,143	4,619	8,347	6,017	99,71
33 G 740	1,140	-0,463	4,423	8,298	5,876	98,14
34 Zeneca 8202	1,164	0,016	4,896	8,104	6,099	98,19
Média	-	-	5,011	8,117	6,296	94,12

* = hipóteses ($H_0: \beta_1 = 1$; $H_0: \beta_2 = 0$) rejeitadas em 5% de probabilidade de erro.

TABELA 3 - Estimativas dos parâmetros (β_1 e β_2) do modelo bi-segmentado descontínuo, médias em ambientes inferiores, superiores e geral e coeficiente de determinação (R^2) para os cultivares de milho de ciclo precoce (t/ha)

Cultivar	β_1	β_2	Média inferior	Média superior	Média geral	R^2
1 AG 122	1,031	-0,270	4,922	8,207	6,400	93,40
2 AG 211	0,730	0,275	4,692	8,115	6,232	95,54
3 AG 215	1,197	-0,105	5,020	8,004	6,362	93,63
4 AG 303	1,094	-0,193	4,242	7,580	5,744	95,69
5 AG 519	0,906	0,084	4,458	7,101	5,647	93,61
6 AG 521	1,093	0,272	4,673	8,587	6,434	93,29
7 AG 2011	0,929	0,083	4,726	8,046	6,220	93,97
8 AG 1041	1,289	-0,236	4,437	8,348	6,197	95,68
9 BR 206	-0,166	0,362	3,916	6,575	5,512	80,14
10 Agromen 2003	1,241	-0,131	4,574	7,679	5,971	93,18
11 Agromen 2007	0,905	0,096	4,766	7,913	6,182	93,49
12 Agromen 2010	1,100	-0,194	4,338	7,830	5,909	96,49
13 Agromen 2014	0,965	-0,281	4,856	8,147	6,337	93,95
14 XL 212	1,058	0,135	4,937	8,582	6,577	93,17
15 XL 560	0,703	0,405	4,772	7,970	6,211	86,15
16 XL 561	1,131	0,010	4,658	7,619	6,435	97,28
17 C 505	0,929	0,184	5,246	8,442	6,684	95,64
18 C 511-A	1,029	-0,079	4,333	7,638	5,820	90,06
19 C 555	1,443	-0,335	4,915	8,139	6,849	98,69
20 CO 4684	1,064	-0,217	4,770	6,565	5,847	97,42
21 Dina 70	0,641	0,204	4,168	7,441	6,132	92,03
22 Dina 170	0,664	1,071	5,310	8,746	7,371	97,99
23 Dina 556	1,321	-0,101	5,423	9,103	7,079	95,08
24 Dina 766	0,986	-0,162	5,387	8,389	7,188	94,87
25 Dina 771	0,642	0,425	5,728	8,039	7,114	91,25
26 G 85	1,137	-0,256	4,813	8,386	6,421	97,00
27 G 133-S	0,999	0,113	4,925	8,673	7,174	97,13
28 G 740	1,591	-0,857	4,520	7,192	6,123	92,83
29 G 800	1,085	-0,397	5,144	8,340	6,582	92,05
30 P 3063	0,715	0,439	5,102	8,527	6,643	96,00
31 P 3099	0,930	0,149	4,991	8,308	6,484	94,21
32 P 3207	0,943	0,003	4,814	8,323	6,393	89,81
33 Zeneca 8455	0,337	0,593	4,825	7,390	6,364	92,31
34 AGX 2314	1,224	0,080	4,674	7,717	5,587	98,09
35 AG 5011	1,049	-0,464	4,896	9,534	6,288	96,85
36 AG 8012	1,128	0,188	4,968	9,585	6,353	95,47
37 XL 210	0,489	0,399	4,237	8,600	5,546	94,99
38 C 444	0,990	-0,094	4,799	9,141	6,102	92,53
39 CEP 304	1,155	-0,617	3,543	7,954	4,866	96,44
40 Dina 657	1,083	-0,001	5,200	9,291	6,427	89,56
41 P 3041	1,120	0,091	5,122	8,727	6,203	94,04
42 P 3051	1,145	-0,241	4,473	7,827	5,480	97,95
43 P 3071	0,975	-0,105	4,895	8,569	5,998	94,95
44 P 3230	0,916	-0,270	4,437	9,192	6,022	95,09
Média	-	-	4,765	8,184	6,262	94,07

TABELA 4 - Estimativas dos parâmetros (β_1 e β_2) do modelo bi-segmentado descontínuo, médias em ambientes inferiores, superiores e geral e coeficiente de determinação (R^2) para os cultivares de milho de ciclo normal (t/ha)

Cultivar	β_1	β_2	Média inferior	Média superior	Média geral	R^2
1 AG 672	-0,097	1,066	5,720	7,703	7,342	87,91
2 AG 951	0,978	0,102	4,913	8,278	6,861	90,61
3 AG 1051	2,643*	-1,108	6,531	8,222	7,915	97,42
4 AGE 9021	0,889	0,175	5,374	8,268	7,049	92,43
5 AG 9023	0,199*	0,940*	5,797	7,614	7,284	98,78
6 Agromen 1035	1,088	-0,082	4,531	7,754	6,397	94,35
7 Agromen 1040	1,029	0,041	4,497	7,485	6,227	95,83
8 XL 370	1,031	0,136	4,655	7,884	6,524	95,02
9 XL 604	0,545	0,257	5,234	6,991	6,672	96,55
10 XL 605	-0,445	1,477	4,807	7,067	6,656	94,57
11 XL 678	0,976	-0,012	4,462	7,213	6,055	94,14
12 OC 705	1,050	-0,171	4,611	6,625	5,777	89,06
13 OC 720	1,026	-0,089	4,709	7,216	6,161	91,41
14 P 3210	1,269	-0,387	4,669	7,957	6,573	96,55
15 P 3232	1,005	-0,154	4,618	7,869	6,501	91,35
16 AG 1031	0,949	0,080	4,640	10,445	6,091	99,18
17 AG 1061	0,908	-0,266	4,880	9,668	6,077	97,55
18 C 484-D	0,979	-0,018	4,106	8,289	5,152	94,94
19 CO 42	0,859	-0,806*	4,470	8,188	5,400	98,76
Média	-	-	4,907	7,934	6,459	94,55

* = hipóteses ($H_0: \beta_1 = 1$; $H_0: \beta_2 = 0$) rejeitadas em 5% de probabilidade de erro.

Dentre os cultivares superprecoces, o cultivar AG 513, com média igual a 6,480 t/ha, apresenta rendimento superior ao da média geral (6,296 t/ha) em 2,92% e, possui média nos ambientes inferiores acima da média. Como os parâmetros β_1 e β_2 não são significativamente diferentes das hipóteses testadas (Tabela 2), pode-se inferir que esse cultivar pode ser recomendado apenas para ambientes médios, pelas seguintes razões: o coeficiente β_2 é negativo (-0,272), o que resulta em redução na média, nos ambientes próximos do máximo, não sendo recomendável nessas condições. Para uso desse cultivar em ambiente inferior, seria importante que β_1 fosse menor que 1,0. Esta situação semelhante é encontrada, ao examinar-se o comportamento dos cultivares C 808, C 901 e P 3069.

O cultivar AG 6012, com média igual a 6,836 t/ha, é superior ao rendimento médio geral (6,296 t/ha) de todos os cultivares em 8,58%. Tem média em ambientes inferiores acima da média e média em ambientes superiores acima da média. Esse

cultivar é recomendado apenas para ambientes acima da média, não sendo adequado para ambientes inferiores por apresentar o coeficiente β_1 maior que 1,0. No entanto, como a sua média superou em 12,15% a média de todos os cultivares dos ambientes inferiores, o cultivar em referência poderá ser aproveitado em ambientes médios. Um coeficiente β_1 alto indica perda em ambientes. Apesar de o coeficiente β_2 ser negativo (-0,047), a média do ambiente superior (8,357 t/ha) é maior do que a média de todos os cultivares desse ambiente, indicando boa produtividade, também em ambientes máximos. Nessa classificação, encontram-se também os cultivares Agromen 2012, C 805, C 855 e Agromen 3060.

O cultivar Agromen 3050 apresenta, em relação à média geral, um rendimento médio superior em 11,97%. Para os ambientes inferiores, a média foi superior em 14,39% e, para os ambientes superiores, a média foi superior à geral do referido ambiente em 7,16%. Os coeficientes β_1 , menor que 1,0 (0,808), e $\beta_1 + \beta_2$, maior que 1,0 (1,015),

são indicadores de que, em ambientes inferiores, a redução é muito pequena. Em ambientes superiores, porém, são altamente responsivos à melhoria das condições ambientais e/ou tecnológicas. Esses fatores levam a classificar esse cultivar como próximo ao ideal, isto é, sendo recomendado para ambientes diversos. Um comportamento semelhante a este é observado nos cultivares C 969 e AGX 6272.

O cultivar AG 9012 apresenta média igual a 6,542 t/ha, 3,91% superior à média geral. Nos ambientes inferiores, a média do cultivar é menor do que a média de todos os cultivares, no referido ambiente. Por outro lado, a média do cultivar nos ambientes superiores apresenta-se 12,81% maior do que a média. Além disso, os coeficientes β_1 , maior que 1,0 (1,039) e β_2 , maior que zero (0,312), auxiliam na classificação desse cultivar para ambientes máximos. Com estas mesmas características, encontram-se os cultivares AG 9014 e Dina 766. Os demais cultivares de ciclo superprococe, não mencionados, não são recomendados para o cultivo.

Usando critério de discriminação semelhante, para os cultivares de ciclo precoce (Tabela 3), os cultivares AG 122, AG 215, Agromen 2014, C 555, Dina 766, G 85, G 800 e AG 5011 são recomendados apenas para ambientes médios; o cultivar AG 521 é indicado somente para ambientes máximos; os cultivares XL 212, C 505, Dina 556, G 133-S, P 3099, AG 8012, Dina 657e.P 3041 são indicados para ambientes acima da média; os cultivares Dina 170, Dina 771 e P 3063 são classificados para ambientes diversos ou próximos ao ideal. Na análise da estabilidade, os ambientes inferiores são representados pelo primeiro segmento da reta. No cultivar Zeneca 8455, o início do primeiro segmento ($\beta_{0i} + \beta_{1i} \hat{\tau}_{me}$) é igual a 3,930, sendo que a média inferior de todos os cultivares do ambiente inferior é 4,765 t/ha. O coeficiente β_1 , menor do que 1,0 (0,337), proporciona adequação do cultivar para ambientes inferiores. De acordo com as características descritas, o cultivar Zeneca 8455 é ideal somente para ambientes inferiores. Os demais cultivares de ciclo prococe, não mencionados, não são recomendados para o cultivo.

O cultivar AG 672 do ciclo normal (Tabela 4) apresenta média igual a 7,342 t/ha, superior em 13,67% à média geral de todos os cultivares de ciclo normal. Esse fato demonstra o excelente potencial do cultivar, quando comparado com os demais

cultivares desse ciclo. O coeficiente β_1 é negativo, e β_2 apresenta-se elevado, demonstrando ser muito responsivo às mudanças ambientais. Portanto, o cultivar AG 672 é próprio para ambientes diversos. Encontra-se nessa mesma situação o cultivar AG 9023.

Considerando-se que, nos ambientes superiores, o cultivar AG 951 apresentou média maior que as médias dos outros cultivares, juntamente com o coeficiente β_2 maior do que zero (0,102), pode-se classificar esse cultivar para ambientes máximos.

Dentre todos os cultivares do ciclo normal, o cultivar AG 1051 destaca-se como sendo o de maior média (7,915 t/ha). Esse cultivar apresenta média inferior 33,09% maior do que a média de todos os cultivares, nos ambientes inferiores. Portanto, trata-se de um cultivar extremamente responsivo às mudanças ambientais, o que resulta em perdas do seu potencial nesse ambiente. O cultivar AG 1051 enquadra-se na classificação para ambientes médios. O coeficiente β_1 e β_3 "significativos" e β_2 "negativo" comprovam a resposta do cultivar aos ambientes inferiores, ocorrendo o inverso nos superiores.

Os cultivares AGE 9021 e AG 1031 apresentam médias (geral, inferior e superior) maiores do que as médias gerais. O coeficiente β_2 é maior que zero, indicando potencial de resposta em ambientes superiores, apropriados para ambientes acima da média. Os demais cultivares de ciclo normal, não mencionados, não são recomendados para o cultivo.

No ciclo superprecoce (Tabela 2), o cultivar AG 9012 atingiu o máximo rendimento, sendo enquadrado no ambiente do tipo máximo. Este comportamento semelhante ocorreu no ciclo precoce para o cultivar Dina 170. No ciclo normal este comportamento não ocorreu. O cultivar, classificado em primeiro lugar em produtividade (AG 1051), encontra-se no ambiente do tipo médio. Nos ciclos superprecoce e precoce, os cultivares participaram dos ensaios em ambientes distribuídos de maneira equidistante, o que não ocorreu no ciclo normal. Devido ao desbalanceamento dos cultivares, nos três ciclos, evidencia-se a importância em se aplicar um teste de hipóteses para a equidistância entre os valores ambientais.

A interpretação sobre o desempenho de cultivares de milho, visando a indicação para os

produtores, em função de sua aptidão agrícola, deve ser um desafio permanente para melhorar a produtividade da cultura. No entanto, a grande substituição de cultivares de ano para ano (apenas 28% das cultivares 1994/96 ainda participam dos ensaios em 1998/99) são um empecilho para a aplicação mais generalizada da identificação de cultivares desejáveis, para uma dada condição, pela técnica da análise da estabilidade.

CONCLUSÕES

Os cultivares Agromen 3050, C 969 e AGX 6272 de ciclo superprecoce, Dina 170, Dina 771 e P 3063 de ciclo precoce, AG 672 e AG 9023 de ciclo normal, são os que apresentam um desempenho mais próximo do ideal.

Os cultivares AG 9012 e AG 9014 de ciclo superprecoce, Dina 766 e AG 521 de ciclo precoce, AG 951 de ciclo normal são recomendados apenas para ambientes máximos.

BIBLIOGRAFIA CITADA

- EBERHART, S.A.; RUSSEL, W.A. Stability parameters for comparing varieties. *Crop Science*, Madison, v.6, p.36-40, 1966.
- FINLAY, K.W.; WILKINSON, G.N. The analysis of adaptation in a plant breeding programme. *Australian Journal of Agricultural Research*, Victoria, v.14, p.742-754, 1963.
- MINOR, H.C.; BERLATO, M.A. Comportamento de seis cultivares de soja em 42 ambientes do Rio Grande do Sul. *Agronomia Sul-Rio-Grandense*, Porto Alegre, v.13, n.1, p.83-92, 1977.
- MUNGOMERY, V.E.; SHORTER, R.; BYTH, D.E. Genotype x environment interactions and environmental adaptation. I Pattern analysis – application to soya bean populations. *Australian Journal of Agricultural Research*, Melbourne, v.25, p.59-72, 1974.
- SILVA, J.G.C. Análise da adaptabilidade por regressão segmentada com estimação da junção dos segmentos. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, v.33, n.7, 13p., 1998.
- STORCK, L. Cultivar stability analysis using a discontinuous bi-segmented model: unbalanced experiments. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, v.33, n.5, p. 641-651, 1998.
- STORCK, L. **Modelo de regressão bi-segmentado descontínuo com erros de medida aplicado na análise de estabilidade de cultivares**. Piracicaba, 1989. 206p. Tese (Doutorado em Agronomia) - Estatística e Experimentação Agronômica, ESALQ / USP.
- VERMA, M.M.; CHAAL, C.S.; MURTY, R.B. Limitation of conventional regression analysis: a proposed modification. *Theoretical and Applied Genetics*, Berlin, v.53, p.89-91, 1978.
- VERNETTI, F.J.; GASTAL, M.F.C.; ZONTA, E.P. Estabilidade fenotípica de cultivares de soja no sudeste do Rio Grande do Sul. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, v.25, n.11, p.1593-1602, 1990.
- YATES, F.; COCHRAN, W.G. The analysis of groups of experiments. *Journal Agricultural Science*, Cambridge, v. 28, p. 556-580, 1938.

AGRADECIMENTOS

A todos os participantes e responsáveis pela rede estadual de competição de cultivares recomendados de milho, coordenado pela FEPAGRO/RS, em especial aos Engenheiros Agrônomos Miguel Bresolin, Ronaldo Matzenauer e Orlando O. Corrêa, pelos dados analisados.